Niveau(x) d'enseignement: 4 Numéro EDIQ : 8470169
Centre d'intérêt: 874

Militello, Alphonse.

Notions de soudage des aciers doux à l'arc métallique / Alphonze Militello, Philippe Gariépy ; conception graphique, Denise Leclerc, Mila Grofsimarro. -- Hull : Université du Québec à Hull, Programme de perfectionnement des maîtres en enseignement professionnel, 1983.
iii, 206 f. : ill., graph. ; 28 cm.

La couv. porte en outre: Secteur hydrothermie. Bibliogr.: f. 190-191.

Descripteur(s): *Techniques physiques *Matériel didactique *Guide pédagogique *Manuel scolaire *Secondaire (Niveau)

Identificateur(s) de sujet: *Hydrothermie *Soudage *Acier

Le volume constitue à la fois le livre du maître et celui de l'élève. Les pages de couleur permettent d'identifier les contenus réservés à l'usage du professeur. Les objectifs suivants sont visés: 1. fournir à l'élève du secteur professionnel court un style d'apprentissage proportionné à ses moyens; 2. répondre au besoin de l'enseignant désireux d'accroître sa capacité à diversifier ses approches pédagogiques; 3. fournir au professeur un modèle pour la planification de son enseignement; 4. offrir à l'enseignant l'occasion d'intégrer le matériel didactique existant; 5. fournir au maître et à l'élève du matériel pédagogique adapté à leurs besoins.

Le volume est divisé en seize parties correspondant à autant d'objectifs spécifiques: 1. historique de la soudure électrique; 2. identifier le soudage à l'arc électrique; 3. distinguer les éléments permettant le déplacement du courant; 4. décrire les composantes du courant électrique; 5. identifier les machines à souder électrique; 6. expliquer le fonctionnement d'une machine à souder; 7. décrire les courants de soudage; 8. identifier les dangers en soudure électrique; 9. expliquer le rôle des pièces d'équipement du soudeur; 10. identifier les divers joints de base employés en soudure; 11. différencier les électrodes conventionnelles employées pour souder l'acier doux; 12. souder à plat sur une plaque de métal uni; 13. souder à plat des joints d'angle; 14. souder à plat des joints par recouvrement; 15. souder à plat des joints bout à bout; 16. vérifier la qualité des pièces soudées.

Type de document: d
Notice(s) connexe(s): 8370155
Financement: Bénéficiaire - UQAM
Organisme(s) source(s) - MEQ-DGERU
Programme(s) de subvention - PPMEP

EDUQ 8470169

NOTIONS DE SOUDAGE DES ACIERS DOUX À L'ARC MÉTALLIQUE

Secteur hydrothermie

PPMEP

PROGRAMME
DE **P**ERFECTIONNEMENT
DES **M**AÎTRES
EN **E**NSEIGNEMENT
PROFESSIONNEL

Université du Québec à Hull

C.P. 1250, succ. "B", Hull, Québec
J8X 3X7

EDUQ 8470169

NOTIONS DE SOUDAGE

DES ACIERS DOUX À L'ARC MÉTALLIQUE

Alphonse Militello
Philippe Gariépy

Conception graphique:

- Denise Leclerc
- Mila Grofsimarro

Hull, juin 1983

Le présent document constitue le "livre" du maître et de l'élève. Les pages jaunes nous permettent d'identifier les contenus réservés à l'usage du professeur. On ne les retrouvera pas dans la version qui sera remis à l'étudiant.

Le début de chaque cahier est identifié par une feuille de couleur verte.

Un appendice contenant des suggestions pour le maître, donc sur feuilles jaunes, ainsi que divers renseignements concernant la soudure électrique destinés aux élèves également, a été placé à la fin du document.

Nous avons choisi deux types de pagination, une pour chaque cahier. Le premier chiffre nous indique le numéro du cahier et le second la page de ce cahier. En plus, au bas des pages du document, apparait un numéro pour chacune des pages.

TABLE DES MATIÈRES

Cahier N°1	1°	Historique de la soudure électrique	p. 6
Cahier N°2	2°	Identifier le soudage à l'arc électrique	p. 14
	3°	Distinguer les éléments permettant le déplacement du courant	p. 21
	4°	Décrire les composantes du courant électrique	p. 31
Cahier N° 3	5°	Identifier les machines à souder électrique	p. 44
	6°	Expliquer le fonctionnement d'une machine à souder	p. 56
	7°	Décrire les courants de soudage	p. 65
Cahier N° 4	8°	Identifier les dangers en soudure électrique	p. 75
	9°	Expliquer le rôle des pièces d'équipement du soudeur	p. 84
Cahier N° 5	10°	Identifier les divers joints de base employés en soudure	p. 95
	11°	Différencier les électrodes conventionnelles employées pour souder l'acier doux	p. 99
Cahier N° 6	12°	Souder à plat sur une plaque de métal uni	p. 120
Cahier N° 7	13°	Souder à plat des joints d'angle	p. 145
	14°	Souder à plat des joints par recouvrement	p. 162

Cahier N° 8 15° Souder à plat des joints bout à bout p. 170

16° Vérifier la qualité des pièces soudées p. 187

AVANT-PROPOS

Le document "Notions de soudage des aciers doux à l'arc métallique" se situe dans le prolongement d'un document précédent intitulé "Notions de soudage des aciers doux à l'oxyacétylène".

Le présent cahier, conçu par le même professeur du secondaire qui avait participé à la création de la première série, à qui s'est joint un technologue de l'U.Q.A.H., poursuit les objectifs suivants:

1- fournir à l'élève du secteur professionnel court, un style d'apprentissage proportionné à ses moyens;

2- répondre au besoin de l'enseignant désireux d'accroître sa capacité à diversifier ses approches pédagogiques;

3- fournir au professeur d'hydrothermie un modèle pour la planification de son enseignement;

4- offrir à l'enseignant l'occasion d'intégrer le matériel didactique existant;

5- fournir au maître et à l'élève du matériel pédagogique adapté à leur besoin.

1- Fournir à l'élève du secteur professionnel court un style d'apprentissage proportionnel à ses moyens.

Au secondaire, les élèves du professionnel court, ont besoin d'un style concret d'apprentissage. La pratique doit continuellement accompagner la théorie.

Il convient donc de préparer des contenus dans ce sens et de tenir compte constamment dans l'élaboration des contenus, de cette caractéristique propre à ces élèves.

En conséquence, nous avons gradué l'information à retenir. Les exemples concrets abondent. Les objectifs de chacune des parties sont très précis et facilement identifiables. On a intentionnellement multiplié les exercices et les exemples.

En somme, nous avons fait un effort pour soigner l'aspect apprentissage sans oublier celui d'enseignement.

2- Répondre au besoin de l'enseignant désireux d'accroître sa capacité à diversifier ses approches pédagogiques.

Le document a été construit de façon à offrir divers éléments susceptibles d'aider l'enseignant dans son enseignement. Les élèves aiment la diversité, les approches nouvelles. Ils sont motivés par des exemples pratiques reliés à leur vie courante car cela leur donne l'occasion de participer davantage. L'enseignant peut vérifier laquelle des approches convient le mieux aux élèves. Il pourra adapter ses stratégies à partir des réactions des élèves. La façon de s'approprier le savoir est aussi importante que la manière de le transmettre.

Les différents feuillets offrent à l'enseignant la possibilité de varier les approches pédagogiques.

3- Fournir à l'enseignant en hydrothermie un modèle pour la planification de son enseignement.

La formulation des objectifs, le choix des stratégies d'apprentissage, l'opportunité et l'intégration du matériel didactique, les ateliers, la détermination des contenus, etc., sont autant d'éléments entrant dans la planification de l'enseignement.

Nous avons fait un effort particulier pour organiser les cahiers autour de ces éléments. La structure des divers feuillets, suggère un modèle de planification

de l'enseignement.

Il existe peu de documents sur la soudure électrique faits ainsi sur mesure et présentant la matière organisée autour d'objectifs et fournissant diverses stratégies d'apprentissage pour chacun des modules.

Le cahier du maître contient un peu plus d'éléments d'évaluation des acquis que celui de l'élève. Il se distingue également du cahier de l'élève par les suggestions méthodologiques qu'il contient. L'enseignant a le loisir d'ajouter ses propres expériences pédagogiques.

4- Intégrer du matériel didactique existant.

Le jeune élève du secondaire issu de l'ère de la technologie apprend mieux si le maître utilise convenablement le matériel didactique disponible.

En plus de faire connaître le matériel audio-visuel existant, nous avons fourni des suggestions d'intégration de celui-ci dans les activités d'enseignement et d'apprentissage.

Il existe du matériel audio-visuel sur la soudure électrique mais il manque, selon nous, de formules ou de méthodes d'intégration. Comment bien utiliser tel type de document? Nous avons voulu développer un peu cette lacune en suggérant un schéma d'intégration. Certains documents visent à déclencher l'intérêt de l'élève, d'autres visent à mieux faire saisir certaines notions abstraites; enfin, d'autres font la synthèse de l'ensemble des connaissances à maîtriser.

Il nous est apparu important de fournir des suggestions favorisant l'exploitation de toutes ces aides à l'enseignement. Vous les trouverez en appendice à la fin du document.

5- **Fournir au maître et à l'élève du matériel didactique approprié.**

À la suite des suggestions d'expérimentateurs des premiers cahiers, nous avons proposé des dessins prêts à reproduire sur acétate, plutôt que de fournir un transparent tout fait. Le maître pourra, au besoin, le fabriquer lui-même et ajouter d'autres éléments si nécessaire.

Les textes sont abondamment illustrés et visent à mieux faire saisir les notions importantes à acquérir. Sur ce point, le cahier du maître correspond à celui de l'élève.

CONCLUSION

Nous avons fait un effort de présentation pratique grâce aux feuillets renfermant une quantité de suggestions et constituant un modèle de structuration de la matière. Nous osons espérer que ces nouveaux cahiers, au nombre de 8, seront d'une utilité significative pour le maître désireux d'expérimenter et de diversifier ses approches pédagogiques dans un contexte où la technologie prend de plus en plus de place.

NOTIONS DE SOUDAGE DES ACIERS DOUX À L'ARC MÉTALLIQUE

OBJECTIF TERMINAL

Rendre l'élève capable de faire fonctionner des machines à souder à l'arc électrique C.C. et C.A. et de souder à plat divers joints de base.

Objectifs spécifiques

Cahier N°1

1° Historique de la soudure électrique

1.1 Nommer les étapes importantes dans la progression de la soudure électrique.

Cahier N°2

2° Identifier le soudage à l'arc électrique

2.1 Identifier le principe de la machine à souder.

2.2 Identifier le principe du soudage.

2.3 Identifier le rôle de la soudure.

2.4 Identifier les diverses possibilités.

3° Distinguer les éléments permettant le déplacement du courant

3.1 Décrire l'électricité statique et l'électricité dynamique.

3.2 Décrire la structure de l'atome.

3.3 Décrire la structure des métaux.

3.4 Décrire les isolants.

3.5 Décrire les conducteurs.

4° Décrire les composantes du courant électrique

4.1 Décrire le voltage.

4.2 Décrire l'ampérage.

4.3 Décrire l'ohm.

4.4 Décrire le watt.

4.5 Décrire la loi d'ohm.

Cahier N° 3

5° Identifier les machines à souder électrique

5.1 Identifier les transformateurs.

5.2 Identifier les générateurs.

5.3 Identifier les redresseurs.

5.4 Identifier les groupes électrogènes.

6° Expliquer le fonctionnement d'une machine à souder

6.1 Décrire le rôle du courant primaire.

6.2 Décrire le rôle du courant secondaire.

6.3 Expliquer la relation entre les courants primaire et secondaire.

6.4 Décrire le régime d'utilisation.

6.5 Décrire le rôle de la commande de réglage du courant.

6.6 Décrire un circuit ouvert.

6.7 Décrire un circuit fermé.

7° Décrire les courants de soudage

7.1 Décrire le courant continu.

7.2 Décrire le courant alternatif.

7.3 Identifier les polarités.

7.4 Appliquer le tableau d'ampèrage selon le diamètre de l'électrode.

7.5 Expliquer le soufflage de l'arc.

Cahier N° 4

8° Identifier les dangers en soudure électrique

Identifier les dangers avant le soudage.

Identifier les dangers pendant le soudage.

Identifier les dangers après le soudage.

9° Expliquer le rôle des pièces d'équipement du soudeur

9.1 Décrire le rôle des diverses parties du masque à souder.

9.2 Décrire le rôle des gants du soudeur.

9.3 Décrire le rôle du marteau à piquer.

9.4 Décrire le rôle de la brosse métallique.

9.5 Décrire le rôle de la veste en cuir

9.6 Décrire le rôle des souliers de sécurité.

Cahier N° 5

10° Identifier les divers joints de base employés en soudure

11° Différencier les électrodes conventionnelles employées pour souder l'acier doux

- 11.1 Définir les électrodes.
- 11.2 Définir le code numérique des électrodes.
- 11.3 Identifier les fonctions de l'électrode.
- 11.4 Différencier les types d'électrodes.
- 11.5 Différencier les groupes d'électrodes.
- 11.6 Expliquer le choix d'une électrode.
- 11.7 Expliquer les raisons du coût du soudage en fonction des électrodes.

Cahier N° 6

12° Souder à plat sur une plaque de métal uni

- 12.1 Amorcer l'arc.
- 12.2 Contrôler la distance de l'arc.
- 12.3 Contrôler la vitesse de soudage.
- 12.4 Contrôler l'angle de soudage.
- 12.5 Réamorcer l'arc.
- 12.6 Exécuter des cordons de soudure rectilignes.
- 12.7 Exécuter des cordons de soudure en changeant de direction.

Cahier N° 7

13° Souder à plat des joints d'angle

- 13.1 Contrôler une soudure d'angle intérieur.
- 13.2 Souder des joints d'angle intérieur en une passe.
- 13.3 Souder des joints d'angle intérieur en deux passes.
- 13.4 Souder des joints d'angle intérieur en trois passes.
- 13.5 Souder en angle sur pièce ronde

14° Souder à plat des joints par recouvrement

- 14.1 Souder des joints par recouvrement.

Cahier N° 8

15° Souder à plat des joints bout à bout

15.1 Souder un joint bout à bout simple.

15.2 Souder un joint bout à bout avec chanfrein.

15.3 Souder un joint bout à bout avec chanfrein et plaque arrière.

15.4 Souder un joint bout à bout avec pénétration.

16° Vérifier la qualité des pièces soudées

CAHIER NO 1

OBJECTIFS SPÉCIFIQUES

1. HISTORIQUE DE LA SOUDURE ÉLECTRIQUE

1.1 Nommer les étapes importantes de la progression de la soudure électrique

CAHIER NO 1

L'HISTORIQUE DE LA SOUDURE ÉLECTRIQUE

Objectif: rendre l'élève capable de nommer les étapes importantes dans la progression de la soudure électrique. Faire comprendre que la soudure n'est pas apparue du jour au lendemain.

Suggestion méthodologique

1- Projeter le film fixe sonore MEAD La soudure, première partie le monde de la soudure, dans le but d'intéresser les élèves, dès le début du cours, au phénomène de la soudure électrique. Une image vaut 1 000 mots.

2- Faire répondre aux questions.

3- Lecture du texte en classe, individuellement ou à la maison. Nous suggérons de faire faire l'exercice 1 à la maison et de le corriger en classe. L'exercice 2 (trouver le nom des principaux personnages qui ont participé à l'évolution de la soudure) se fait en classe, individuellement et la correction se fait en groupe.

1- HISTORIQUE DE LA SOUDURE ÉLECTRIQUE

Depuis la nuit des temps, l'être humain rêve d'assembler en permanence des objets.

Le jour où les premiers hommes ont réussi à fixer un silex sur un manche à l'aide d'un lien quelconque le joint est né.

Cette réussite est devenue un facteur essentiel du progrès humain.

Le soudage est la plus souple de toutes les méthodes existantes pour réaliser des joints.

De nos jours, rares sont les objets que nous manipulons quotidiennement qui n'ont pas eu besoin d'un joint soudé pendant leur fabrication.

Le soudage à l'arc,tel que nous le connaissons aujourd'hui,est employé dans divers industries, compagnies, ateliers pour la construction et la réparation de divers assemblages de métal ou d'alliage.

Avant la deuxième guerre mondiale, dans ses débuts, le soudage à l'arc électrique connut des accidents spectaculaires; ruptures de ponts soudés en Belgique et en Allemagne, ruptures de navires soudés construits aux États-Unis. Tous ces accidents étaient dus à l'emploi d'électrodes nues. Malgré cela, le rapport entre la quantité de mises en chantier et le nombre d'accidents était faible.

Depuis la mise au point d'électrodes enrobées spécifiques pour chaque type de métal, les accidents sont pratiquement inexistants.

Avec l'avancement de la technologie moderne, le soudage sous toutes ses formes est devenu de plus en plus sophistiqué et précis.

1.1 NOMMER LES ÉTAPES IMPORTANTES DANS LA PROGRESSION DE LA SOUDURE ÉLECTRIQUE

En 1808, Davy et Ritter, sous l'action d'une décharge électrique, font jaillir une étincelle entre deux (2) électrodes de carbone en position horizontale.

Comme elle s'incurvait vers le haut sous l'ascendance des gaz chauds, on lui donne le nom "d'arc".

En 1881, Auguste de Meritens réussit à maintenir un arc allumé assez longtemps entre deux (2) électrodes de carbone en vue d'une opération de soudage.

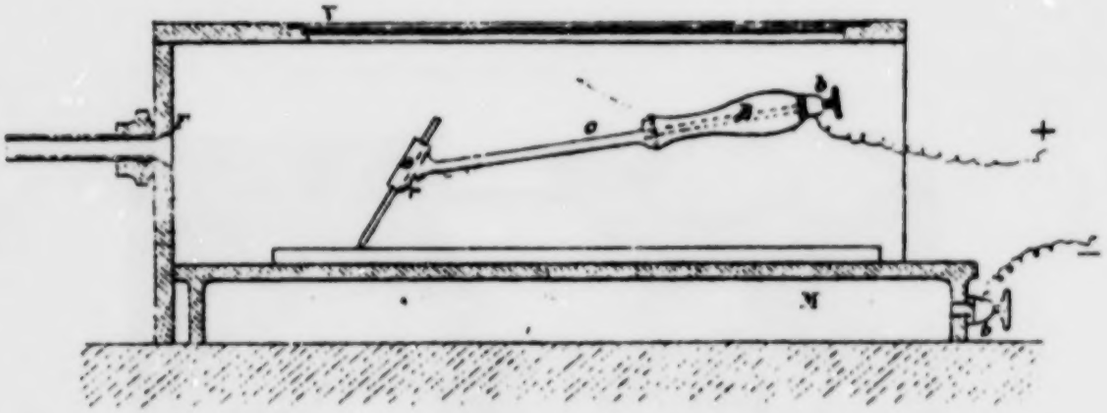


Fig. 1 Arc au carbone d'Auguste de Meritens mis au point en 1881.

En 1885, Bernardos découvre le principe même du soudage en développant "L'Electrohephaestus", il se sert alors d'une électrode de carbone et d'une pièce de métal.

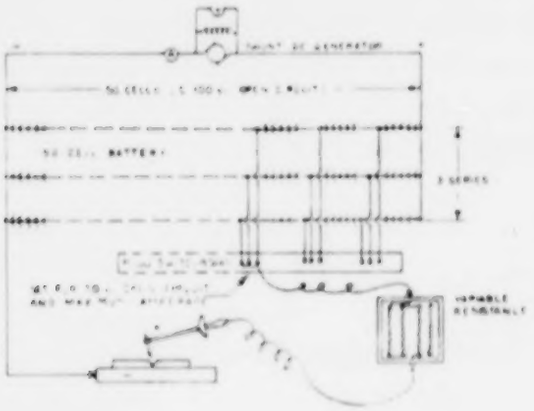


Fig. 2 L'Electrohephaestus du Bernardos

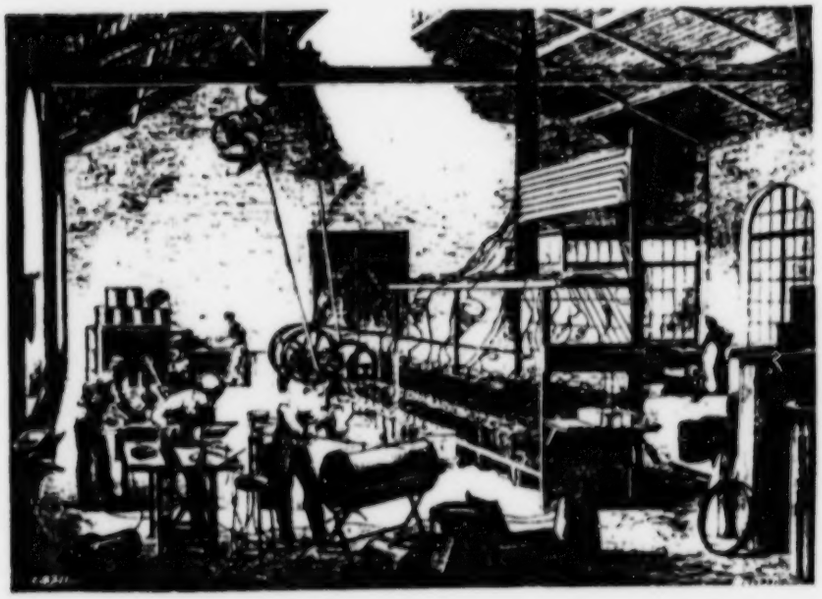


Fig. 3 Atelier de monsieur Legrand à Paris avec l'Electrohephaestus en action

En 1888, Slavianoff emploie une électrode métallique nue.

En 1910, Kjellberg met au point une électrode métallique enrobée.

Dans l'évolution de la soudure, la découverte qui fut considérée comme la plus importante est attribuée à Bernardos qui mit au point le phénomène suivant:

un fil transportant un courant électrique coupé en deux (2) va faire jaillir une étincelle qui dégage une lumière vive et une chaleur intense assez puissante pour faire fondre les extrémités des bouts sectionnés du fil.

L'arc électrique dégage une température de 6 000° à 6 500° celcius en pleine action.

En 1909, sont créés les premiers "cours techniques de formation".

En 1919, "l'American Welding Society" a été créée.

- EXERCICE - NO 1

Compléter les énoncés suivants.

Expliquer pourquoi le soudage est la plus souple de toutes les méthodes d'assemblage? _____

_____

_____

_____

Dresser une liste de 10 objets métalliques dans votre entourage qui comportent des joints soudés? _____

_____

_____

_____

_____

_____

Quelle fut la difficulté que les constructeurs avaient à résoudre avant la deuxième guerre mondiale? _____

_____

_____

_____

Expliquer en vos mots pourquoi on a donné le nom d'arc au soudage électrique?

_____

_____

_____

Quelle découverte fut-elle reconnue comme la plus importante dans l'évolution du soudage et pourquoi? _____

_____

_____

_____

- EXERCICE - NO 2

A) Les flèches indiquent l'endroit où commence le mot et la direction dans laquelle le mot doit s'écrire.

B) Les mots employés dans cet exercice sont tous pris dans l'historique de la soudure.

C) A l'aide de l'historique et des définitions suivantes, compléter ces mots croisés.

1° Nom donné à cette découverte faite en 1808

2° Mise au point en 1910

3° Position de la découverte de 1808

4° Père de l'Electrohephaestus

5° Il a employé la première électrode métallique

6° État de la première électrode métallique

7° Ami de Davy en 1808

8° Première électrode non métallique

9° Réussit à maintenir un arc allumé en 1881

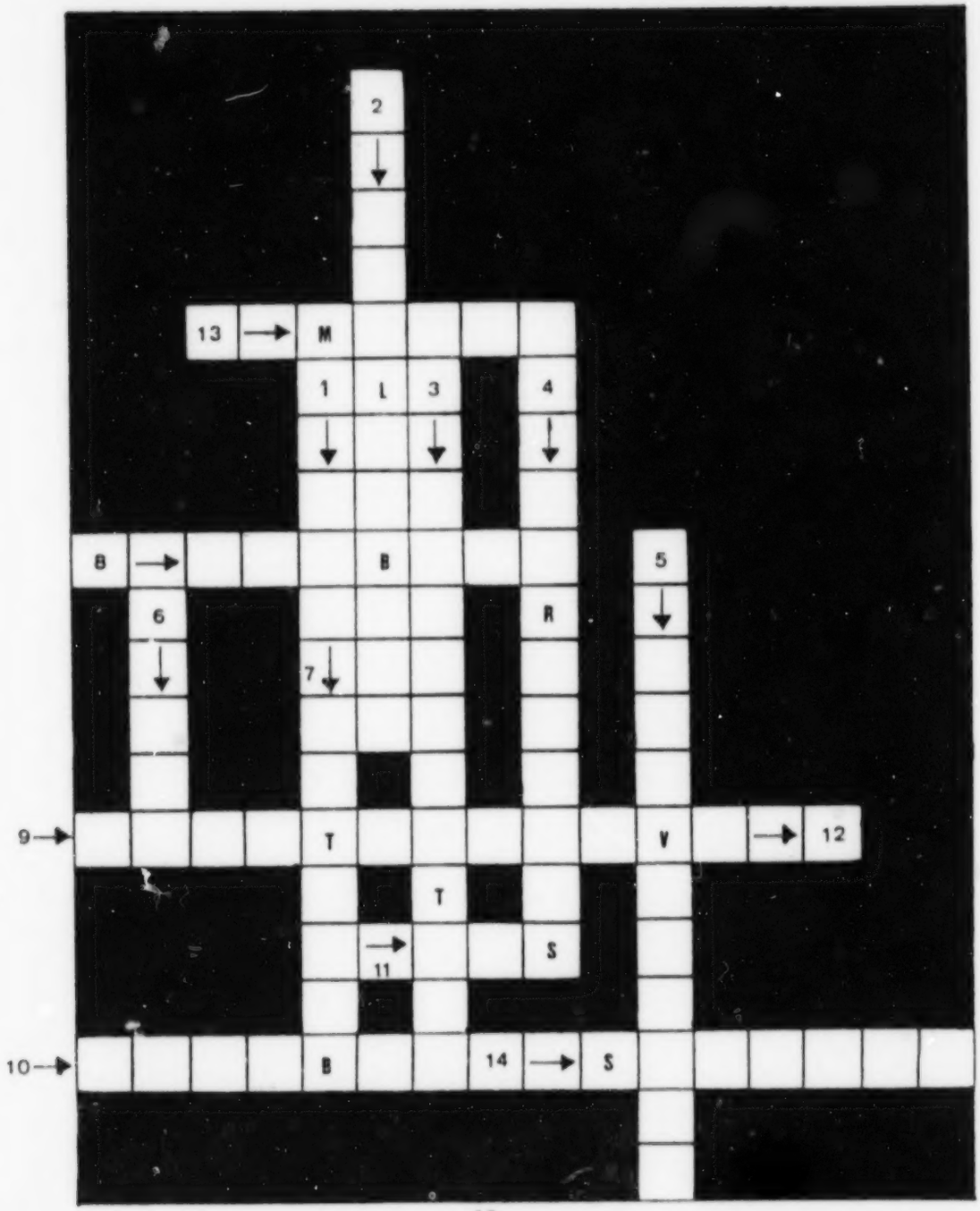
10° Électrode moderne

11° Organisme de contrôle

12° Participant à cette découverte en 1808

13° Se dit d'une pièce de fer (composé)

14° En parlant de soudure


2
13
M
1
L
3
4
8
B
5
6
R
7
9
T
V
12
T
11
S
10
B
14
S

CAHIER NO 2

2. IDENTIFIER LE SOUDAGE À L'ARC ÉLECTRIQUE

3. DISTINGUER LES ÉLÉMENTS PERMETTANT LE DÉPLACEMEN
COURANT

4. DÉCRIRE LES COMPOSANTES DU COURANT ÉLECTRIQUE

Suggestion méthodologique

1. Faire une démonstration à l'aide des machines disponibles dans votre école.

2. Pour le module 4, identifier les diverses possibilités de la soudure:

3. Faire accomplir une recherche par les élèves dans leur entourage au sujet des réalisations sur les ensembles soudés.

4. Suggestions méthodologiques personnelles.

2. IDENTIFIER LE SOUDAGE À L'ARC ÉLECTRIQUE

2.1 Identifier le principe de la machine à souder

2.2 Identifier le principe du soudage

2.3 Identifier le rôle de la soudure

2.4 Identifier les diverses possibilités de la soudure

2.1 IDENTIFIER LE PRINCIPE DE LA MACHINE À SOUDER

Une machine à souder électrique fonctionne selon les principes suivants:

1° Transformer le courant en courant de soudage

2° Maintenir une intensité stable et constante

3° Corriger tout écart d'ampérage pendant le soudage

4° Avoir un voltage d'environ 80 volts à l'amorçage et revenir à la tension de l'électrode

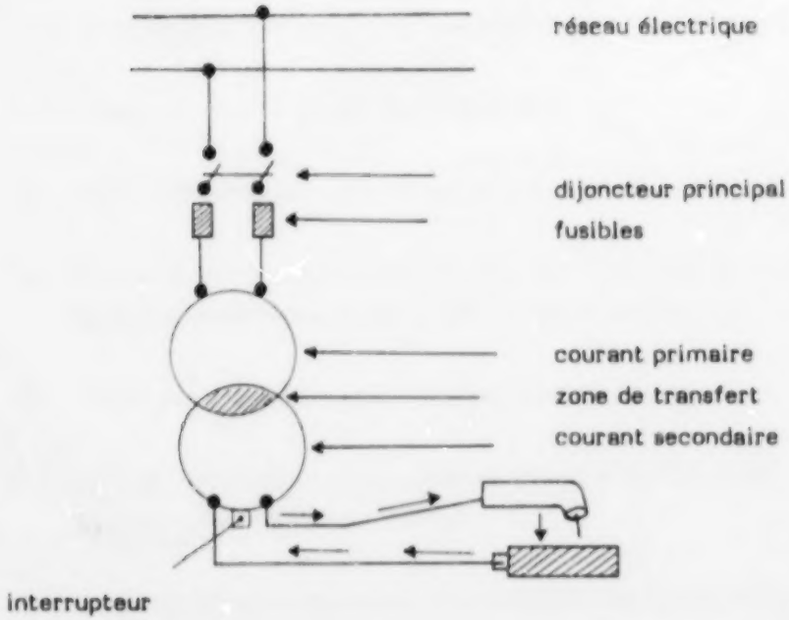
<u>En résumé</u>:

Les machines à souder ont pour but de fournir à la tension désirée le courant nécessaire à l'alimentation de l'arc.

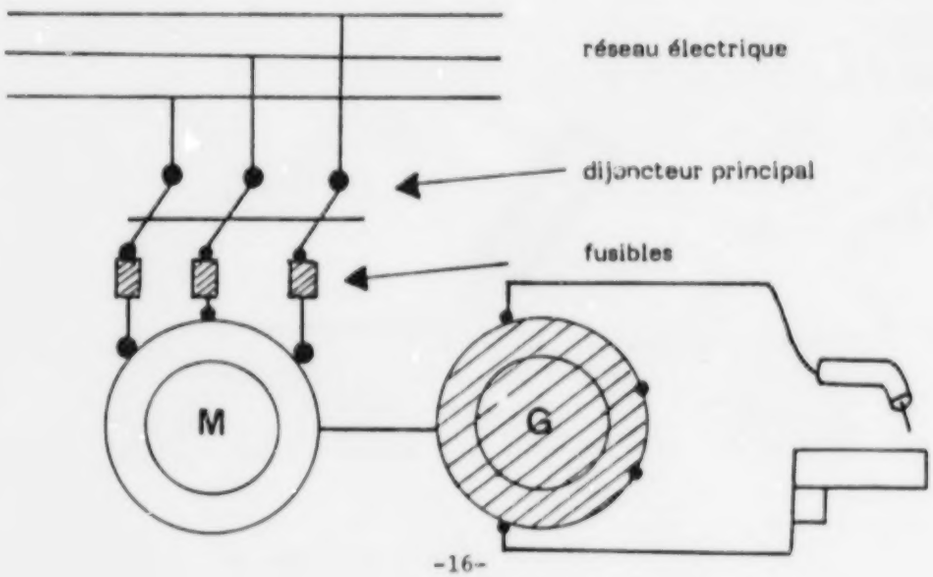
Les machines à souder sont classées en deux grandes familles.

A) Les postes statiques
B) Les postes rotatifs.

A. Fig. 4 POSTE STATIQUE



B. Fig. 5 POSTE ROTATIF



2.2 IDENTIFIER LE PRINCIPE DU SOUDAGE

Dans le soudage à l'arc, le principe est basé sur les faits suivants:

A) la chaleur est fournie par l'arc électrique;

B) cette chaleur est concentrée entre l'électrode et la pièce de base;

C) en traversant l'espace entre le haut de l'électrode et la pièce, une forte chaleur accompagnée d'une lumière intense s'en dégage;

D) l'électrode fournit le métal d'apport dans la soudure;

E) l'arc est concentré en un point et, sous l'action de cette forte chaleur, il provoque une fusion instantanée;

F) contrairement au chalumeau, l'arc entraîne une fusion très localisée.

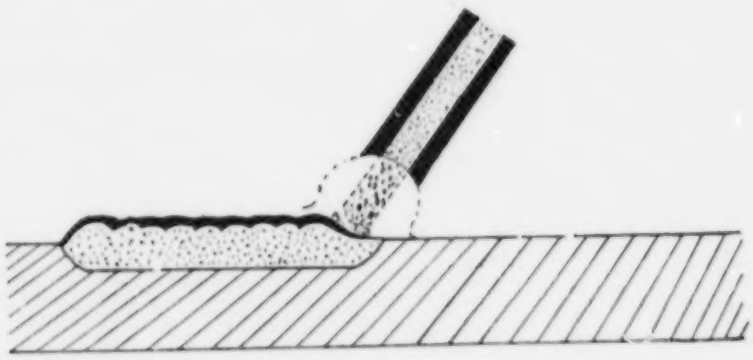


Fig. 6 Principe de la soudure

2.3 IDENTIFIER LE RÔLE DE LA SOUDURE

Dans les parties précédentes nous avons étudié:

A) le principe de la machine à souder;

B) le principe du soudage en soi.

Toutes ces données seraient sans valeur si elles ne convergeaient pas vers un même but "La soudure et son rôle dans une opération de soudage".

Les rôles de la soudure sont diversifiés: en général, son rôle premier peut se définir par "joint homogène et permanent ayant des propriétés égales ou supérieures au métal soudé".

Cela signifie que le soudeur doit savoir choisir ses électrodes et connaître les métaux afin de faire le bon choix.

La soudure doit pouvoir résister aux tensions et cela à diverses températures (Charpy).

La soudure doit résister à toutes sortes d'usure.

La soudure doit résister aux chocs divers.

La soudure se doit d'être étanche (gaz-pétrole).

2.4 IDENTIFIER LES DIVERSES POSSIBILITÉS DE LA SOUDURE ÉLECTRIQUE

La soudure électrique a un vaste champ de possibilités; nous appellons soudure électrique la soudure électrique à l'arc métallique consumable qui est le plus populaire des modes de soudage électrique.

Il existe pourtant plusieurs autres modes de soudage électrique.

1) L'arc au carbone; où l'électrode de carbone concentre l'arc sur la pièce, le métal d'apport est fourni par une autre baguette de métal un peu comme une soudure au chalumeau.

2) Le coupage arcair permet de couper, chanfreiner, percer des métaux divers à l'aide d'une électrode de carbone et d'une pression d'air.

3) Le soudage sous gaz inertes avec fil continu ou avec métal d'apport.

4) Le soudage par points (résistance).

5) Le coupage au plasma.

6) Les diverses autres formes de soudage électrique.

La soudure, comme nous le voyons, a un avenir prometteur si on pense à toute cette technologie nouvelle du monde spatial des avions, des plates-formes de forrage, etc.

- EXERCICE - NO 3

1. Pourquoi une machine à souder doit transformer le courant d'arrivée en courant de soudage?_____

2. Quelles différences trouvez-vous entre les postes à souder?_____

3. Comparer le soudage au chalumeau et le soudage électrique._____

4. Pourquoi dit-on que la fusion est instantanée et localisée?_____

5. Décrire le fonctionnement de l'arc en action._____

6. Pourquoi le soudeur devrait connaître les électrodes et les divers métaux?

7. Identifier quatre (4) types d'usure connus._____

8. Décrire en vos propres termes le rôle de la soudure._____

9. Identifier trois (3) modes de soudage électrique._____

3- DISTINGUER LES ÉLÉMENTS PERMETTANT LE DÉPLACEMENT DU COURANT ÉLECTRIQUE

3.1 Décrire l'électricité statique et l'électricité

3.2 Décrire la structure de l'atome

3.3 Décrire la structure des métaux

3.4 Décrire les isolants

3.5 Décrire les conducteurs

3- DISTINGUER LES ÉLÉMENTS PERMETTANT LE DÉPLACEMENT DU COURANT ÉLECTRIQUE

Suggestions méthodologiques

Visionner le film 16 mm L'électricité 15 min 1972. Réalisé par S.D.A. Productions Ltée.

Présenter le document en soulignant les points importants à retenir (déplacement d'électrons - courant continu, etc) la première partie surtout concerne plus particulièrement ce module.

Faire la projection du document en partie ou en entier.

Faire un tour de table. Répondre aux questions, donner des explications supplémentaires sur les notions contenues dans le document.

Faire appel à l'expérience personnelle.

Faire ressortir par observation les effets d'attraction et de répulsion de ce type d'électricité.

On aurait avantage à faire une préparation des démonstrations à exécuter devant les élèves et à se procurer des petits "gadgets" spécialement utilisés pour ce genre d'expérience en consultant les professeurs de physique.

Si vous désirez des informations complémentaires sur l'électricité, ses effets et la sécurité, consultez le publi reportage de l'Hydro Québec en annexe 1.

3.1 DÉCRIRE L'ÉLECTRICITÉ STATIQUE ET DYNAMIQUE

Lors d'une panne d'électricité, nous pensons à cette source indispensable d'énergie. Nous ignorons ce qui se passe exactement quand les lampes s'éteignent et se rallument à nouveau au retour du courant. Qu'est-ce que l'électricité?

L'électricité, c'est une forme d'énergie qui peut produire de la chaleur, de la lumière, des mouvements de répulsion ou d'attraction et d'autres effets physiques. On connaît deux (2) sortes d'électricité. L'électricité statique et l'électricité dynamique. Si une balle de métal est chargée négativement (-) de 1 coulomb, cela veut dire qu'elle a un surplus de $6,2 \times 10^{16}$ électrons. Si elle est chargée positivement (+), il manque 1 coulomb; donc, il y a absence de $6,24 \times 10^{16}$ électrons.

1. Électricité statique. (Fig. 7)

Le courant électrique est produit lorsque des électrons circulent dans un conducteur. Ce sont les électrons en mouvement dans un fil conducteur qui font le courant électrique. Quand les électrons demeurent stationnaires, on a de l'électricité statique. Le courant électrique n'existe pas encore puisque les électrons ne bougent pas. Ce genre d'électricité s'obtient par frottement. Ex.: frotter vigoureusement une feuille de papier sur une table, on aura l'impression qu'elle "colle", qu'elle adhère à la surface de la table. Un autre exemple: passer un peigne dans des cheveux secs et le placer au-dessus de particules de papier, que constatez-vous?

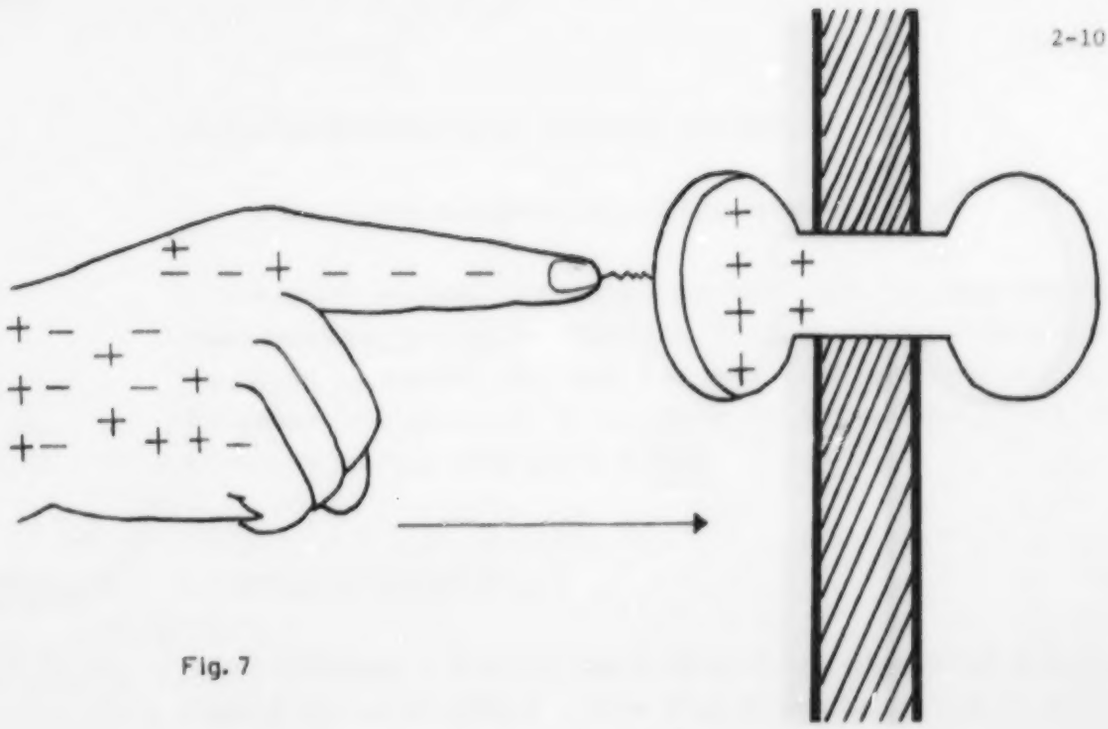


Fig. 7

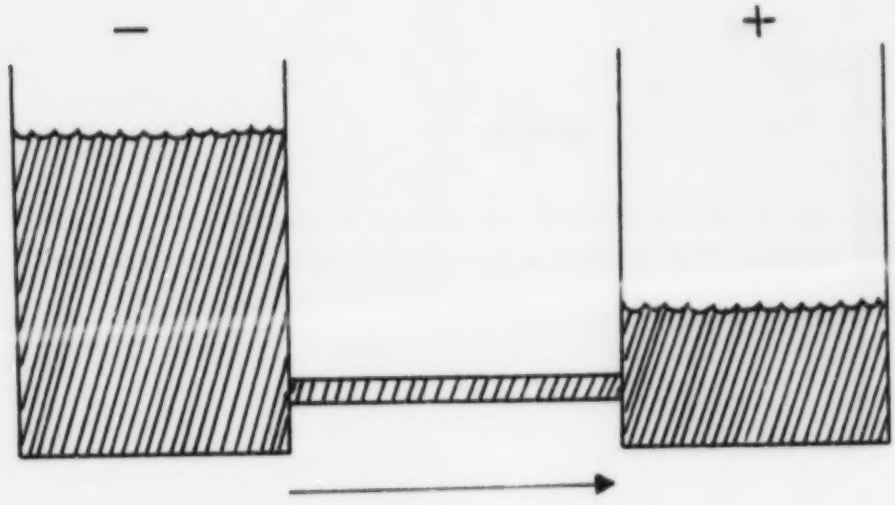


Fig. 8

Les charges de même nom se repoussent (répulsion).

Les charges de noms contraires s'attirent (attraction).

On a engendré de l'électricité statique par frottement. Le nuage dans un orage électrique contient de l'électricité statique. L'éclair manifeste le mouvement des électrons d'un point à un autre et le tonnerre le bruit du déplacement d'air occasionné par ce passage des électrons d'un point à un autre. L'air est conducteur à ce moment-là.

2. L'électricité dynamique (Fig. 8)

L'électricité dynamique se distingue de l'électricité statique du fait qu'on ne l'obtient pas par frottement et qu'on peut la contrôler. C'est ce genre d'électricité que nous fournit l'Hydro-Québec. La dynamo d'une bicyclette produit de l'électricité dynamique. C'est une forme d'énergie en mouvement caractérisée par la présence d'un flux d'électrons circulant sous une certaine tension dans un conducteur.

RÉSUMÉ

L'électricité statique se produit par frottement, l'électricité dynamique ne s'obtient pas par frottement. On peut la contrôler dans un conducteur.

3.2 DÉCRIRE LA STRUCTURE DE L'ATOME.

(Toute matière est faite de molécules et d'atomes). Si on pulvérise un grain de sable et qu'on le fractionne jusqu'à ses plus petites particules (sans détruire le sable) on obtient des milliards et des milliards de molécules. La molécule est formée d'atomes. C'est la plus petite partie d'une substance qui puisse exister sans perdre son identité, mais ce n'est pas la plus petite particule de matière. Si on désintègre la molécule de sable, on n'a plus du sable mais des atomes divers (de silice, d'oxygène, etc.)

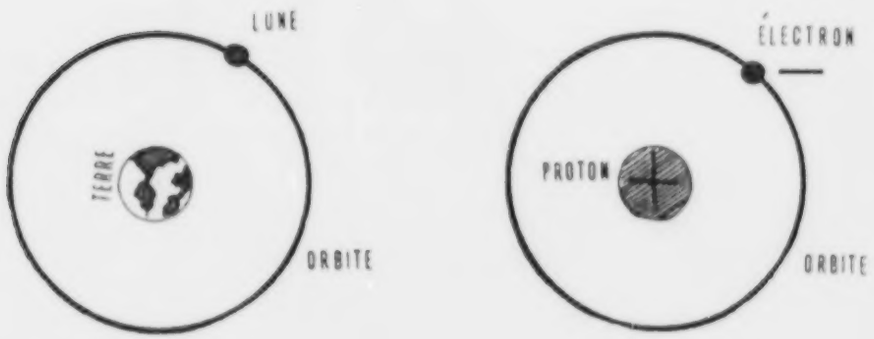


Fig. 9 L'atome: la plus petite particule des divers éléments existant dans l'univers.

Si on examine un atome, il est constitué d'un noyau et d'électrons. (Analogie: la lune est l'électron, la terre est le noyau (ou protons et neutrons)). Le proton est une particule positive, l'électron une particule négative.

3.3 DÉCRIRE LA STRUCTURE DES MÉTAUX.

Comme toute matière est composée d'atomes (protons-électrons), il en existe donc aussi dans les métaux.

Mais le métal possède une structure atomique particulière. Il contient plusieurs couches d'électrons. Sur la dernière orbite de l'atome, un ou plusieurs électrons peuvent dans certaines conditions quitter leur orbite et se placer sur l'orbite d'un atome voisin.

Un électron ne peut pas créer de courant électrique. Mais dès qu'un électron entre dans l'orbite de l'autre et pousse un voisin qui en pousse un autre et ainsi de suite tout le long du fil de métal, il y a courant électrique.

RÉSUMÉ

Un atome est la plus petite partie d'un élément et est constitué essentiellement d'un noyau contenant des particules: protons et électrons. Une molécule est la plus petite partie d'une composition matérielle. Une molécule est constituée de deux ou plusieurs atomes liés ensemble. Les électrons sont des charges négatives, légères et mobiles (1 840 fois plus légères que le proton). Les protons sont des charges positives pesantes et immobiles.

Un atome contient autant d'électrons que de protons dans le noyau. Toutes ces particules, protons, électrons sont identiques quel que soit l'atome. Leur nombre varie.

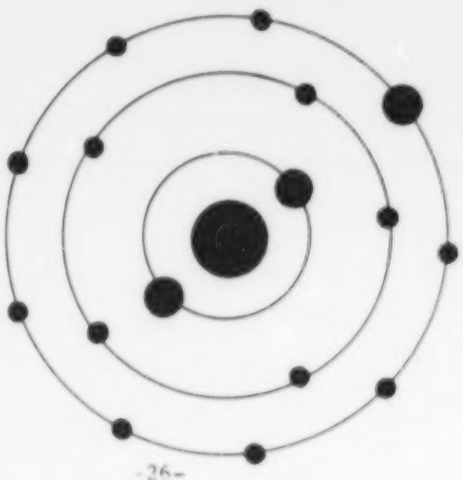


Fig. 10

3.4 DÉCRIRE LES ISOLANTS.

Lorsque les électrons qui entourent le noyau ne peuvent passer d'un atome à un autre parce qu'il n'y a pas d'électrons libres sur la couche périphérique, on a un isolant; ce matériau ne laisse pas passer le courant.

Ex: verre, plastique, papier, air, soie, il existe des substances plus isolantes que d'autres.

3.5 DÉCRIRE LES CONDUCTEURS.

Un fil est conducteur parce que les électrons peuvent circuler librement. La couche périphérique contient des électrons pouvant être libérés. Cette substance laisse passer le courant. Il existe diverses sortes de conducteurs et les métaux sont en général de bons conducteurs. Mais on peut dire qu'il n'existe que quatre (4) très bons conducteurs: 1- argent; 2- cuivre; 3- or; 4- aluminium. Notre corps est conducteur de courant, donc attention!..

Il existe les semi-conducteurs comme les transistors, les diodes. Ils sont conducteurs dans certaines conditions et non conducteurs dans d'autres. Il ne faut pas oublier les mauvais conducteurs comme l'eau, les objets mouillés. Ils sont dangereux.

RÉSUMÉ

Un isolant ne laisse pas passer le courant et un conducteur le laisse passer.

- EXERCICE - NO 4

-Quelle est la particule qui circule dans un fil conducteur?

a) proton
b) neutron
c) électron

-Quand une différence de charge existe entre deux points,on l'appelle?

a) voltage
b) ampérage
c) wattage

-Lequel est bon conducteur?

a) l'eau pure
b) le verre
c) le cuivre

-Lequel est isolant?

a) le plastique
b) l'aluminium
c) le cuivre

1) -Quelles sont les différentes sortes d'électricité?
Définir chaque sorte.

2) Nommer quatre (4) bons conducteurs de l'électricité?

3) Quelle est la caractéristique des isolants?

4) Énumérer cinq (5) matériaux isolants?

Répondre par vrai ou faux

1- Les mauvais conducteurs ne sont pas dangereux.

2. L'électricité statique est l'électricité fournie par l'Hydro-Québec.

Définitions

interrupteur : appareil constitué d'une partie isolante et d'une partie conductrice permettant d'ouvrir ou de fermer le courant électrique dans un circuit.

électricité : forme d'énergie capable de produire de la lumière, de la chaleur et des effets physiques.

électricité statique : charge électrique en repos. Forme d'énergie en équilibre qui s'obtient par frottement (ex: orage électrique/ exercice: peigne cheveux et morceau de papier).

électricité dynamique : charge électrique en mouvement. Forme d'énergie caractérisée par la circulation de particules négatives appellées électrons dans un conducteur sous une certaine pression.

courant électrique : mouvement ou déplacement d'électrons dans un conducteur.

courant alternatif : le mouvement des électrons va dans un sens puis dans l'autre. Si en une seconde les électrons vont 60 fois dans un sens et 60 fois dans l'autre, on obtient un courant alternatif de /60 cycles sec. ou Hertz.

Définitions

ampère : unité mesurant la quantité d'électrons en mouvement par seconde (le début des électrons qui passent en une sec. dans un circuit d'une résistance de un ohm poussés par 1 Volt).

coulomb : la quantité d'électrons = (624 x 10.6 millions).

joule : unité de mesure de l'énergie.

watt : unité de mesure de nombre de joules dans un circuit.

courant continu : quand le déplacement des électrons se fait dans un seul sens tout le temps. (Du négatif vers le positif.)
ex: rivière ou pile
boyau d'arrosage (accumulateur d'auto).

un Hertz : un cycle par seconde

4. **Décrire les composantes du courant électrique.**

Suggestions méthodologiques.

1. Utiliser le matériel démonstrateur de laboratoire dont se servent les professeurs d'électricité (ampèremètre, voltmètre, etc.)

2. Au cours de l'exposé, faire les démonstrations pour concrétiser la théorie.

3. Suggestions méthodologiques personnelles

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

4. **Décrire les composantes du courant électrique.**

Suggestions méthodologiques.

1. Utiliser le matériel démonstrateur de laboratoire dont se servent les professeurs d'électricité (ampèremètre, voltmètre, etc.)

2. Au cours de l'exposé, faire les démonstrations pour concrétiser la théorie.

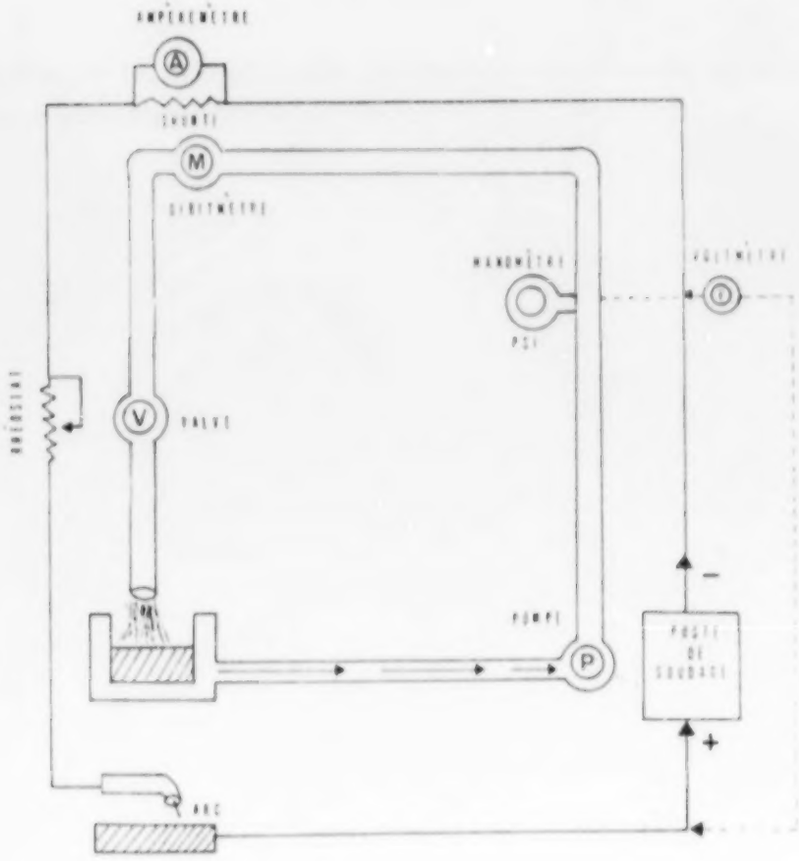
3. Suggestions méthodologiques personnelles

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

4.1 Décrire le voltage (la tension) d'un courant électrique.

Le voltage ne circule pas dans un conducteur mais permet aux électrons de circuler dans ce dernier. Il faut une "pression" pour faire déplacer les électrons contenus dans le fil de cuivre, comme il faut de la pression pour faire circuler l'eau dans un tuyau. En réalité, quand on parle de voltage d'une source de courant on veut dire qu'il existe entre 2 points (le plus + et le moins -) une différence de potentiel électrique. Tant qu' on ne rejoint pas les deux points, le potentiel électrique est là mais il ne se produit rien. Il faut réunir les deux points pour obtenir un courant électrique.

Cette différence de tension se mesure en volt. Pour comprendre ce phénomène on utilise une comparaison entre le circuit électrique et le circuit Hydraulique.



Dans le circuit Hydraulique nous avons une PRESSION
Dans le circuit électrique aussi; on l'appele VOLTAGE ou TENSION ou énergie POTENTIEL

Dans le circuit Hydraulique, nous avons de l'eau qui circule grâce à la PRESSION.
Dans le circuit électrique, nous avons des ÉLECTRONS qui circulent grâce à la Tension, au Voltage.

Dans le circuit Hydraulique, un petit tuyau raccordé à un gros tuyau offre de la résistance à la circulation de l'eau.

Dans le circuit électrique, un conducteur plus ou moins bon offre de la résistance à la circulation des électrons. Nous y reviendrons plus tard.

EN RÉSUMÉ

Le voltage est la pression qui permet aux électrons de se pousser les uns sur les autres et de se déplacer ainsi dans le fil.

4.2 Décrire l'ampérage.

Nous avons vu que le Voltage forçait les électrons à circuler dans un circuit.

Un jour, un scientifique du nom de COULOMB a mesuré la quantité d'électrons qui passait dans un fil ayant une résistance de 1 OHM dont les deux bouts étaient reliés à une source de 1 volt. Il donna son nom COULOMB à cette mesure équivalant à 640×10^{18} électrons par seconde ou 1 coulomb par seconde.

Cette unité n'était pas pratique; on adapta le mot AMPÈRE pour désigner un courant d'une intensité de 1 coulomb par sec. L'ampère est donc l'unité servant à mesurer l'intensité du courant électrique ou à mesurer le débit d'électrons dans un circuit.

EN RÉSUMÉ

Un peu comme pour l'eau du robinet dont on peut mesurer le débit, c'est-à-dire le nombre de litres/sec. qui sort du robinet, on peut mesurer la quantité d'électricité qui traverse un circuit en une seconde.

Exemple:Combien de coulombs passent dans une lampe si on y fait circuler 2 ampères pendant 2 heures?

Rép.: 2 amp.: 2 coulombs/sec
1 heure: 60 minutes
1 minute: 60 secondes
7,200 coulombs

- EXERCICE - NO 5

1. Donner un synonyme du mot voltage._____

2. Vrai ou faux. Les électrons dans un fil ne se déplacent que sous l'effet du Voltage. _____

3. Donner votre définition du Voltage._____
_____
_____
_____
_____

4.. Dans un circuit, 5 coulombs circulent par seconde, combien d'ampères circulent? (Un ampère: un coulomb/seconde)_____

5. Quel est l'unité de mesure dans l'intensité du courant?_____

4.3 Décrire la résistance d'un courant électrique. (l'Ohm)

Pour une pression donnée, plus un tuyau est petit, moins on a d'eau. Si on a un tuyau de 2.5 cm et qu'on le réduit à .5 cm, l'eau va rencontrer de la résistance à la sortie. La résistance dans un courant électrique c'est la capacité de réduire la vitesse des électrons. On la mesure en OHM, nom d'un scientifique allemand, G.S. OHM, qui inventa la loi qui porte son nom. L'OHM, c'est l'unité de résistance. Tous les fils conducteurs d'électricité ont une résistance. Plus la résistance est haute i.e (10000 ohms) dans un circuit, plus le voltage doit être haut pour pousser les électrons. La résistance dans un circuit a pour effet de réduire la circulation de la quantité d'électrons.

Trois (3) facteurs influent sur la résistance:

1. la grosseur du fil (plus il est gros, plus il laisse passer les électrons);

2. le matériel du fil (tous les matériaux n'ont pas la même résistance);

3. la longueur du fil (plus le fil est long, plus il a de la résistance).

EN RÉSUMÉ

La résistance électrique est la propriété d'un conducteur qui consiste à s'opposer au passage des électrons et en conséquence d'en diminuer le débit. L'unité pratique de mesure de la résistance est le OHM.

- EXERCICE - NO 6

1. Quel est le nom du scientifique allemand qui donna son nom à l'unité de mesure de la résistance d'un circuit électrique? _____

2. Compléter: ce qui s'oppose au passage des électrons s'appelle _____

4.4 Décrire la puissance d'un courant électrique. (le watt)

Toute machine à souder, comme la plupart des appareils électriques, possède trois (3) indications utiles: le voltage, l'ampérage et le wattage. Le wattage désigne la capacité de la machine, sa puissance exprimée en WATT.

La puissance ou la force que peut développer la circulation d'un courant électrique dans un circuit se mesure en WATT. Le WATT, c'est l'unité de mesure de la puissance d'un circuit électrique.

Quand on branche un moteur électrique, il tourne, il travaille, il transforme l'énergie électrique en une autre forme d'énergie. On peut la mesurer en WATT.

Une ampoule électrique de 100 watts donne plus de lumière et de chaleur qu'une ampoule de 10 watts et consomme plus de courant électrique.

EN RÉSUMÉ

L'unité de puissance pour l'électricité est le WATT. Le Voltage pousse sur les électrons. L'ampérage nous indique la quantité d'électrons circulant dans un circuit et le wattage nous renseigne sur la quantité de chaleur ou de travail produit par ces électrons dans le circuit. La formule à retenir: W= EI

- EXERCICE - NO 7

1. Combien de watts prendra un moteur alimenté par 220 volts et dans lequel circulent 10 ampères? _____

   _____

   _____

2. Vrai ou faux. La puissance d'un circuit se mesure en WATT. _____

3. Compléter: Lorsqu'on connaît le voltage et l'ampérage d'une machine, on peut trouver le _____

4.5 Décrire la loi d'OHM

On a vu qu'il faut un voltage pour que le courant circule, que certains matériaux présentent plus de résistance que d'autres au passage du courant. G.C. OHM, savant allemand, a fait la découverte de la loi qui porte son nom. Qu'a-t-il découvert au juste? Il a observé que lorsque dans un circuit électrique le voltage (E: volt) appliqué à ce circuit augmente, le courant (I) augmente, et, lorsque la résistance (R) augmente, le courant (I, ampère) diminue. Cet inventeur résume ses observations dans une formule facile à retenir: quand on la lit dans le sens des aiguilles d'une horloge, on obtient la consonnance du mot HIER.

HIER $I = \frac{E}{R}$

I: ampère
E: voltage
R: résistance

Que dit cette formule?

1. Qu'il existe une relation entre le courant (i) et le voltage (E). (On dit que le courant est directement proportionnel au voltage.)

2. Qu'il existe une relation entre le courant (i) et la résistance (R). (On dit que le courant est inversement proportionnel à la résistance.)

3. Qu'il existe une relation entre le courant (i), la résistance (R) et le voltage (E).

Avec cette formule, quand deux (2) variables sont connues, on peut toujours trouver l'autre.

EN RÉSUMÉ

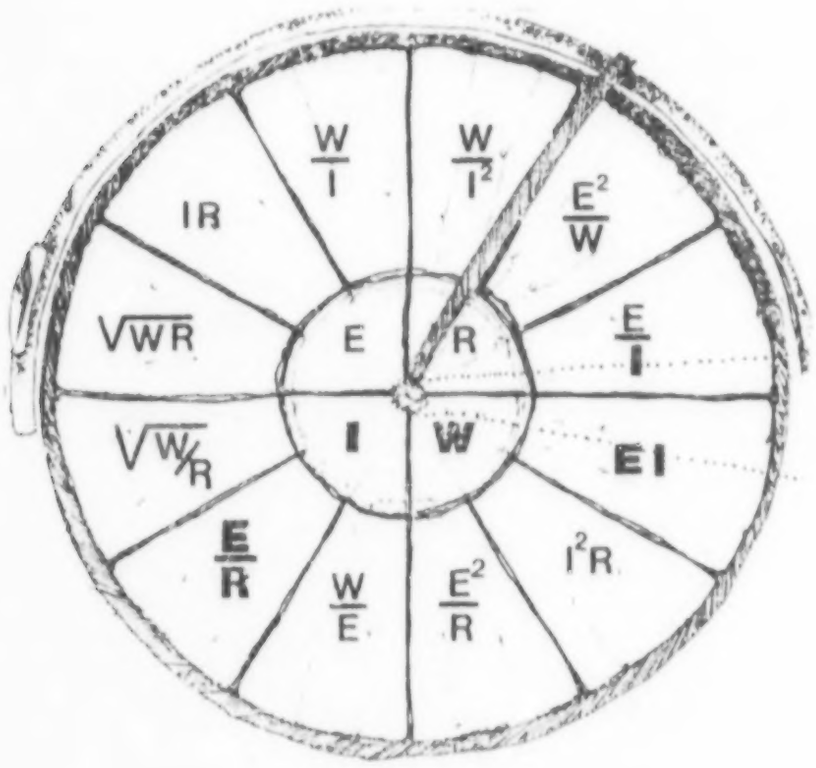
M. OHM a observé que, lorsqu'une tension de un volt est appliquée aux bornes d'un conducteur qui possède une résistance de 1 OHM, un courant de 1 AMP circule dans le circuit. Voilà la loi d'OHM.

E: Volt
I: Ampère
R: Résistance

$I = \frac{E}{R}$ "HIER"

Ainsi, un ohm est la résistance d'un conducteur qui laisse passer un courant de un ampère pour un voltage de un volt appliqué à ses extrémités.

Comme on le voit, la loi d'ohm c'est le résultat chiffré de la relation mathématique qui existe entre le Voltage (E0, l'ampérage (I) et la Résistance (R).



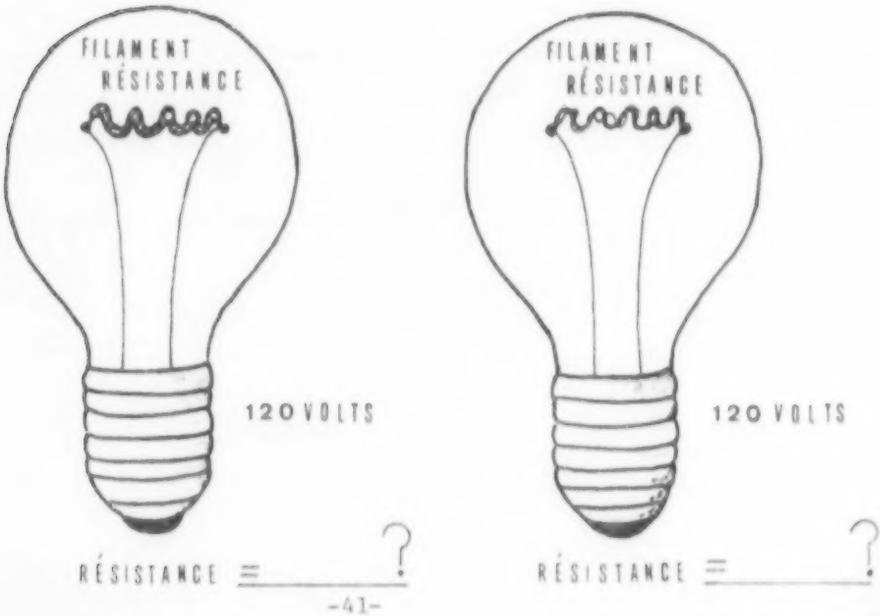
- EXERCICE - NO 8

1. Quelle est la quantité de courant en AMPÈRES qui circule dans un circuit ayant une résistance de 100 OHMS et un voltage de 10 volts? _____

2. Quelle est la résistance interne du fer à repasser si la plaque (sur le fer) porte les indications suivantes:
   Voltage 120; ampérage 10 amp.

3. Trouver la résistance du primaire d'un transformateur si 10 ampères circulent sous 220 volts. _____

4.



- EXERCICE - NO 9
(SYNTHÈSE SUR LA LOI D'OHM)

1.	En élevant le voltage, on accroît le courant	V	F
2.	Si on augmente la résistance, on diminue le courant	V	F
3.	La loi d'ohm est la relation entre le voltage, le courant et la résistance	V	F
4.	"Tension" est un autre mot pour désigner voltage	V	F
5.	Un ampère qui circule sous une tension de 1 volt dans un circuit offre une résitance de un ohm	V	F
6.	L'ampèrage dépend de la résistance du circuit et du voltage appliqué à ce circuit	V	F
7.	La résistance ne dépend ni du courant, ni du voltage (seul le caractère du circuit détermine la résistance), on ne change pas la résistance en modifiant le courant, le voltage ou les deux.	V	F
8.	Le potentiel d'un circuit ne dépend ni du courant, ni de la résistance, il dépend uniquement de la génératrice ou de la pile qui alimente le circuit	V	F
9.	Le courant est directement propotionnel au voltage	V	F

CAHIER NO 3

5. IDENTIFIER LES MACHINES À SOUDER ÉLECTRIQUE

6. EXPLIQUER LE FONCTIONNEMENT D'UNE MACHINE À SOUDER

7. DÉCRIRE LES COURANTS DE SOUDAGE

Suggestions méthodologiques

1. Faire la démonstration des différents types en atelier;
   Donner les explications principales sur chaque machine;
   Faire un tour de table pour recueillir les réactions des élèves;
   Si les élèves posent des questions pratiques, faire trouver les réponses par les autres élèves du groupe. Le professeur pourra rectifier au besoin l'information fournie par l'élève ou la compléter.

2. Revenir en classe pour la présentation de la partie théorique ou faire l'inverse, c'est-à-dire décrire en classe les différentes machines à souder et revenir en atelier et faire identifier chacune des machines par les élèves.

3. Suggestions méthodologiques personnelles

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

5. IDENTIFIER LES MACHINES À SOUDER ÉLECTRIQUES

5.1 IDENTIFIER LES TRANSFORMATEURS

5.2 IDENTIFIER LES GÉNÉRATEURS

5.3 IDENTIFIER LES REDRESSEURS

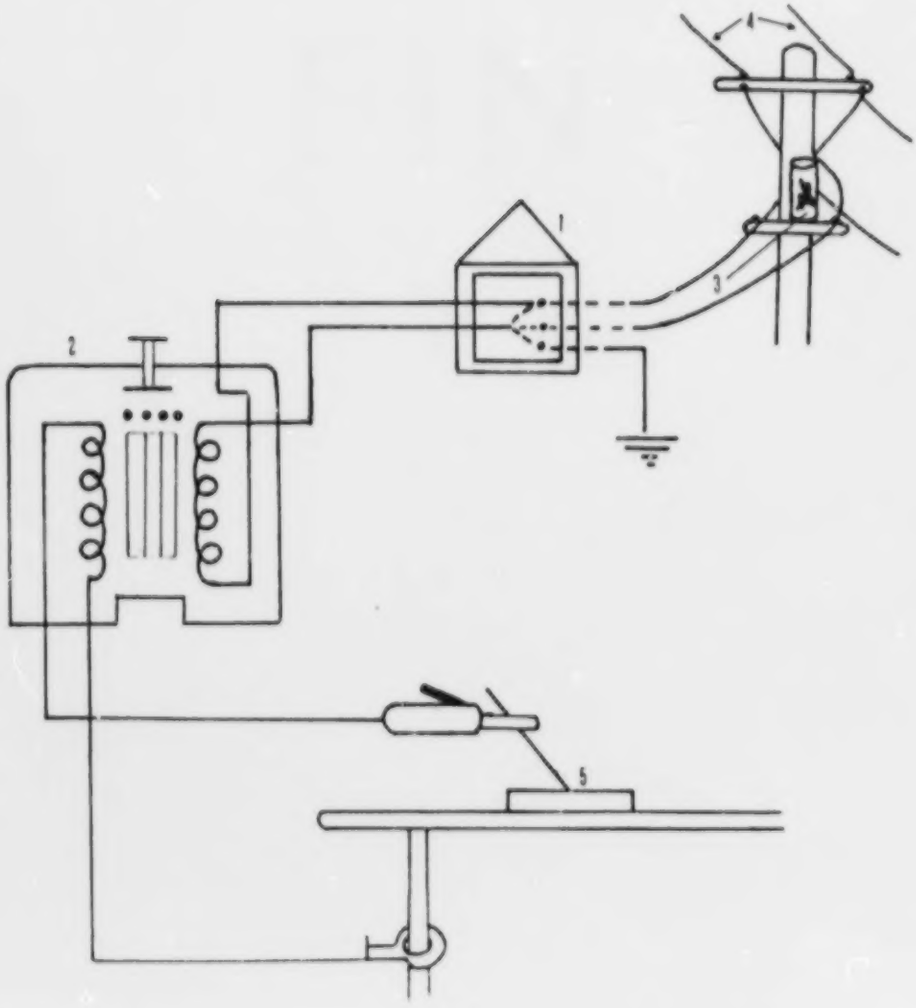
5.4 IDENTIFIER LES GROUPES ÉLECTROGÈNES

INTRODUCTION

5. Identifier les machines à souder électriques.

Le courant électrique (c.a.) ne peut pas être directement utilisé pour souder, il faut interposer entre la source électrique et l'électrode une machine qui va contrôler le courant électrique.

Cette machine est un poste à souder électrique (machine à souder électrique), dans l'industrie on en distingue plusieurs types.

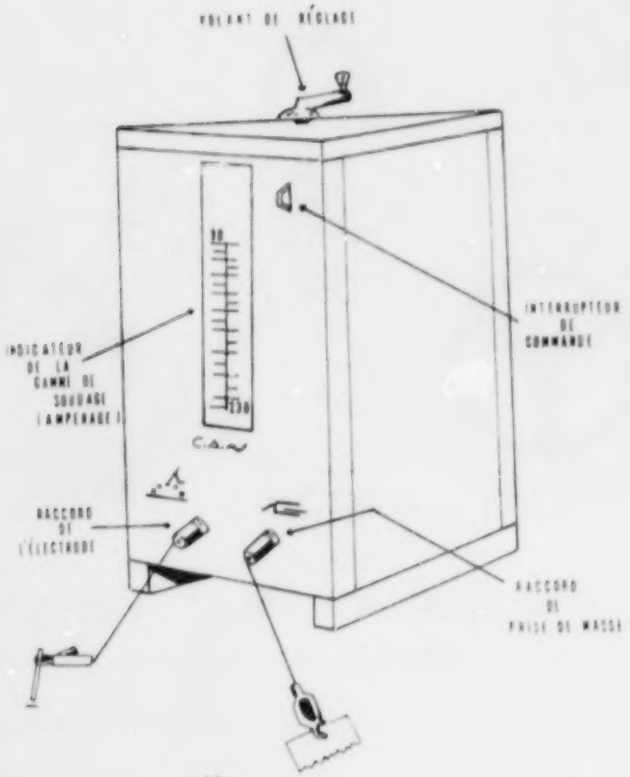


- EXERCICE- NO 10

Expliquer dans vos mots le rôle de chacun des cinq (5) éléments apparaissant dans l'illustration de la page 4

5.1 Identifier les transformateurs.

Le transformateur est une machine à souder simple et solide. Comme l'indique son nom, cette machine transforme le courant primaire (c.a.) en courant alternatif de soudage. Le transformateur est parfois nommé machine à souder A.C. Le mécanisme du transformateur ne comporte aucune pièce rotative, ce qui le rend silencieux pendant son utilisation. A l'usage, le transformateur est très rentable car l'entretien de cette machine est très réduit. Le soufflage de l'arc est éliminé par l'alternance du courant (courant alternatif). Il existe divers modèles de transformateurs. Cette machine rend énormément de services aux bricoleurs, aux garagistes, aux fermiers, etc. Elle est vite devenue populaire grâce à la mise au point d'électrodes pouvant s'amorcer avec une faible tension à vide.

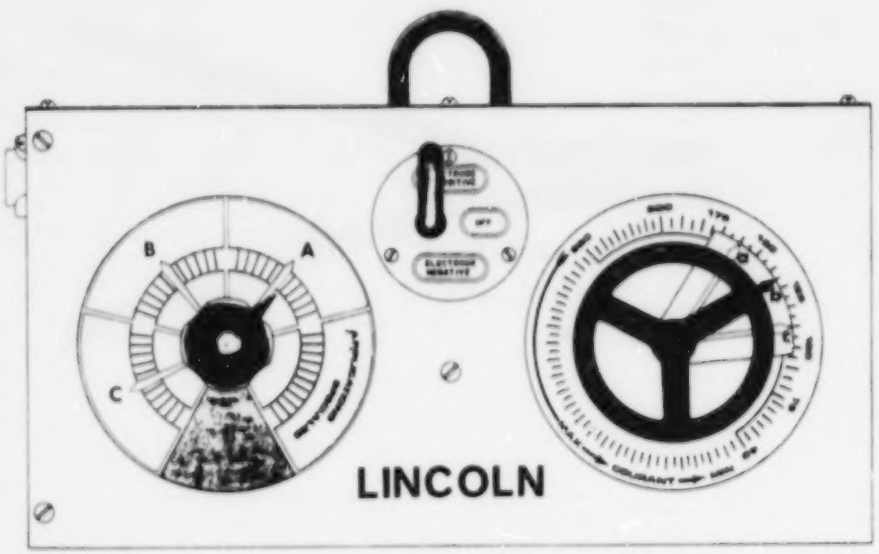


5.2 Identifier les générateurs.

Les générateurs ou génératrices transforment le courant primaire (C.A.) en courant continu de soudage. Ce type de machine doit fournir une tension à vide élevée en circuit ouvert pour permettre l'amorçage rapide avec des électrodes à faible teneur d'hydrogène.

Contrairement au transformateur, le générateur est bruyant, d'un entretien plus coûteux, mais d'une stabilité et d'un contrôle de l'arc rigoureux. Cette machine, avec ses deux commandes de contrôle du courant, permet une plus grande relation entre le voltage et l'ampérage désiré.

Avec en plus un interrupteur permettant de choisir la polarité du circuit de soudage, on peut en conclure que cette machine est plus sophistiquée qu'un transformateur et d'un maniement plus complexe.



EXPLICATIONS: SELECTEUR DE TRAVAIL.

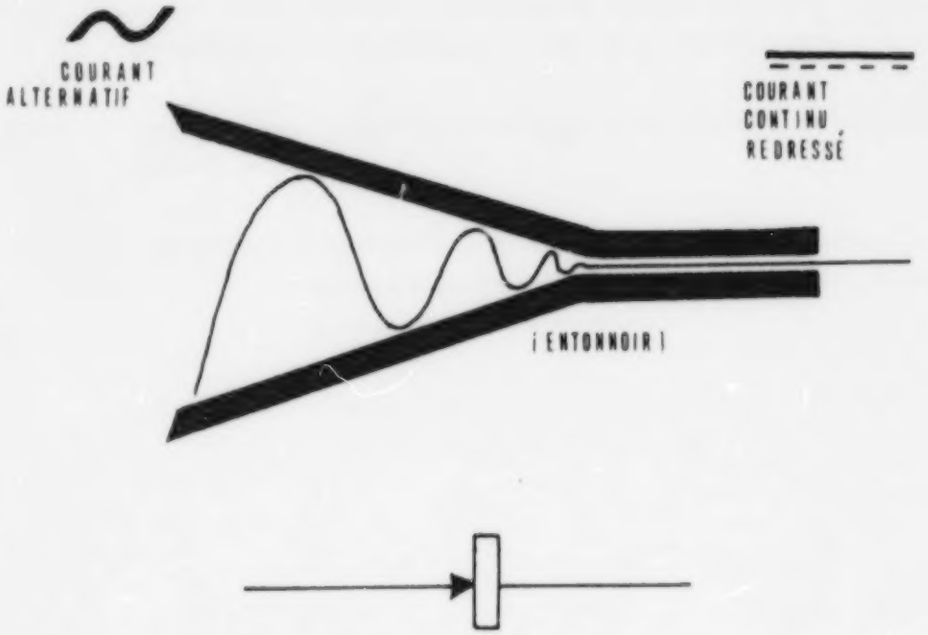
Aa • SOUDURE VERTICALE ET AU PLAFOND

Bb • SOUDURE NORMALE

Cc • GROSSE ELECTRODE

5.3 Identifier les redresseurs.

On se souvient que le courant alternatif est caractérisé par le changement de direction plusieurs fois en une seconde. Que se passerait-il si on empêchait le changement de direction du courant alternatif de se produire? On aurait un courant redressé qui ressemblerait au courant continu. Le redresseur a cette capacité de changer la direction du courant. (Voir illustration ci-contre)



Le redresseur laisse passer le courant dans un sens seulement. Le courant ainsi redressé n'est pas aussi rectiligne que le courant continu d'une pile, mais il est assez transformé pour prendre les caractéristiques du courant continu, c'est-à-dire avoir un pôle positif (+) et un pôle négatif (-) et se déplacer dans une seule direction.

Les redresseurs de courant combinent les avantages des transformateurs et ceux des générateurs.

Le redresseur transforme le courant primaire en courant alternatif de soudage comme un transformateur mais il va redresser ce courant alternatif en courant continu.

Cette machine existe en deux versions:
1° redresseur produisant uniquement du courant continu;
2° redresseur mixte produisent les deux courants de soudage.

Les redresseurs emploient: le sélénium ou le silicium pour redresser le courant.

Le sélénium: ressemble à du verre, porte le symbole chimique ES, fut découvert en 1817 par Berzelius, est très employé dans la fabrication des cellules photo.

Le silicium: cristaux à reflets métalliques, genre de poudre marron.

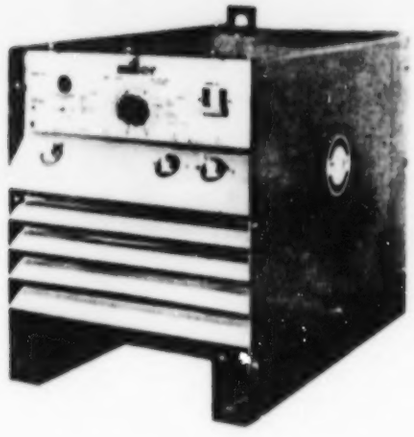
Ce métalloide constitue 25% de l'écorce terrestre. Il entre dans la composition de divers alliages.

Les redresseurs, tout comme les transformateurs, sont peu bruyants et d'un entretien réduit.

Ils comportent, tout comme les générateurs, un contrôle de polarité.

C.A et C.C

C,C



LES REDRESSEURS DE COURANT

5.4 Identifier les groupes électrogènes.

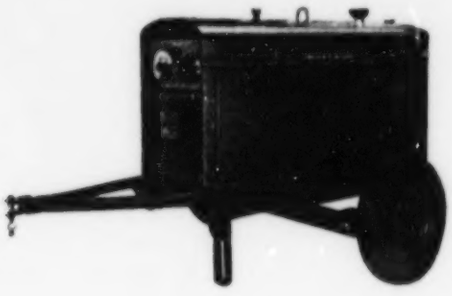
Le groupe électrogène est un générateur actionné par un moteur à essence ou autre.

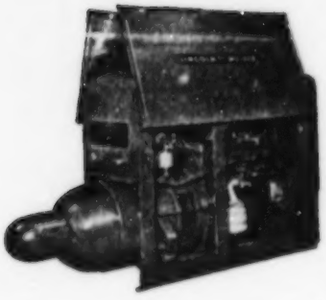
Cette machine a les mêmes caractéristiques que le générateur fonctionnant avec un courant électrique.

Au moment de l'amorçage, le moteur à essence du groupe électrogène change de régime afin d'augmenter la tension à vide pour ensuite reprendre son voltage de soudage.

Les groupes électrogènes sont employés surtout dans les chantiers dépourvus de courant électrique.

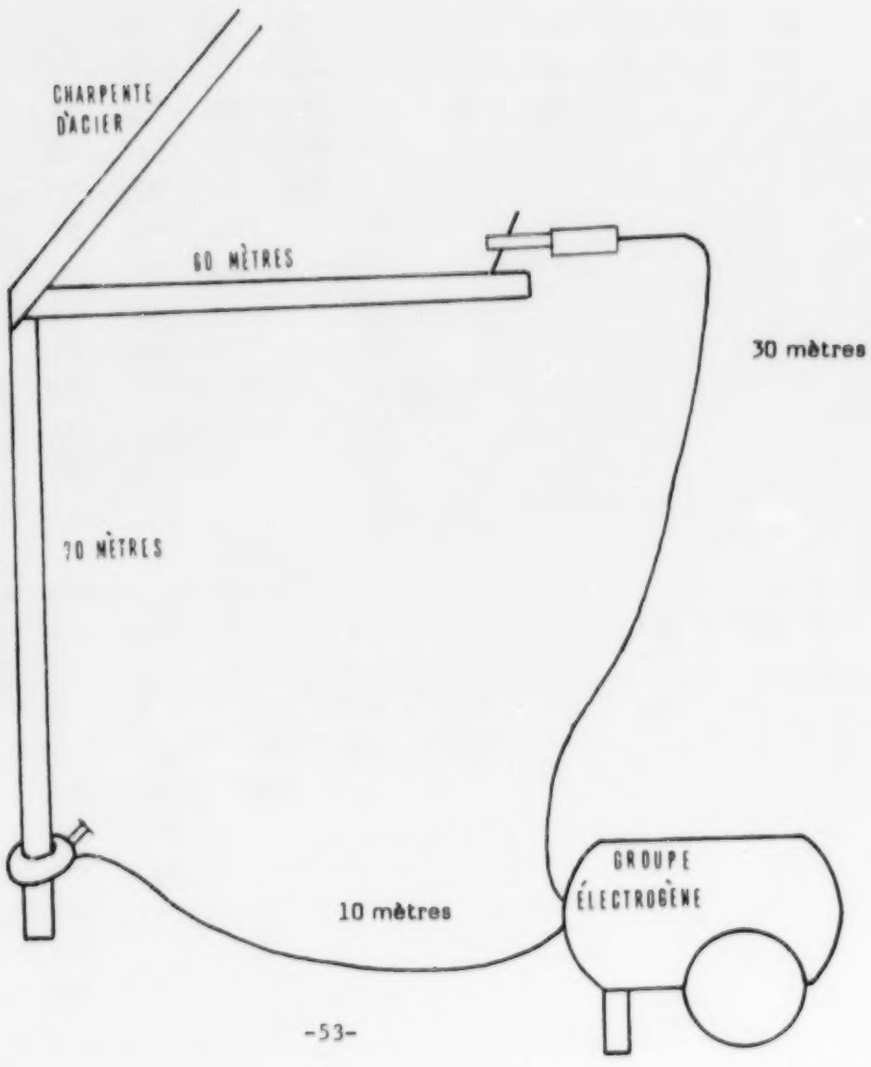
Ils peuvent servir de source de courant électrique pour divers outils, de source d'éclairage, et également au dégelage des conduites d'eau en hiver.





A. Calculer la longueur du circuit de soudage?

B. Calculer la résistance tocale du circuit de soudage?
100 mètres de charpente d'acier donnent .4 ohm
100 mètres de fil de cuivre donnent .1 ohm.



Calibres des câbles, chute de 4 volts de soudage (par 30 mètres)

Câbles de soudage en cuivre

Amps.	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
mètres des bornes										
15	2	2	2	2	1	1/0	1/0	2/0	2/0	3/0
23	2	2	1	1/0	2/0	2/0	3/0	3/0	4/0	
30	2	1	1/0	2/0	3/0	4/0	4/0			
38	2	1/0	2/0	3/0	4/0					
45	1	2/0	3/0	4/0						
53	1/0	3/0	4/0							
61	1/0	3/0	4/0							
68	2/0	4/0								
78	2/0	4/0								
91	3/0									
107	4/0									
122	4/0									

Câbles de soudage en aluminium

Amps.	100	150	200	250	300	350	400	450
15	2	2	1/0	2/0	2/0	3/0	4/0	
23	2	1/0	2/0	3/0	4/0			
30	1/0	2/0	4/0					
38	2/0	3/0						
45	2/0	3/0						
53	3/0							
61	4/0							
68	4/0							

- EXERCICE - NO 11
LES MACHINES À SOUDER

Compléter les phrases suivantes

1. Les machines à souder transforment le courant primaire en _____
_____

2. Les bricoleurs, les fermiers et parfois les garagistes emploient souvent une machine à souder du type _____

3. La machine à souder nommée _____ produit un arc très stable.

4. En plus de ses commandes d'ampérage et de voltage, cette machine a un interrupteur permettant de choisir _____

5. Avec des éléments au sélénium ou au silicium, ces machines à souder _____
_____ le courant de soudage.

6. L'avantage des machines au sélénium et au silicium est de produire un courant _____ et _____.

7. Très employéedans les lieux dépourvus de courant électrique, cette machine à souder se nomme _____.

8. En plus de produire du courant de soudage dans les chantiers sans électricité, cette machine est employée pour _____
_____.

9. Les machines à souder suivantes produisent du courant continu _____
_____.

10. Les machines à souder suivantes produisent du courant alternatif _____
_____.

6. EXPLIQUER LE FONCTIONNEMENT D'UNE MACHINE À SOUDER

6.1 Décrire le rôle du courant primaire

6.2 Décrire le rôle du courant secondaire

6.3 Expliquer la relation entre courants primaire et secondaire

6.4 Décrire le régime d'utilisation

6.5 Décrire le rôle de la commande de réglage du courant

6.6 Décrire un circuit ouvert

6.7 Décrire un circuit fermé

6.1 Décrire le rôle du courant primaire

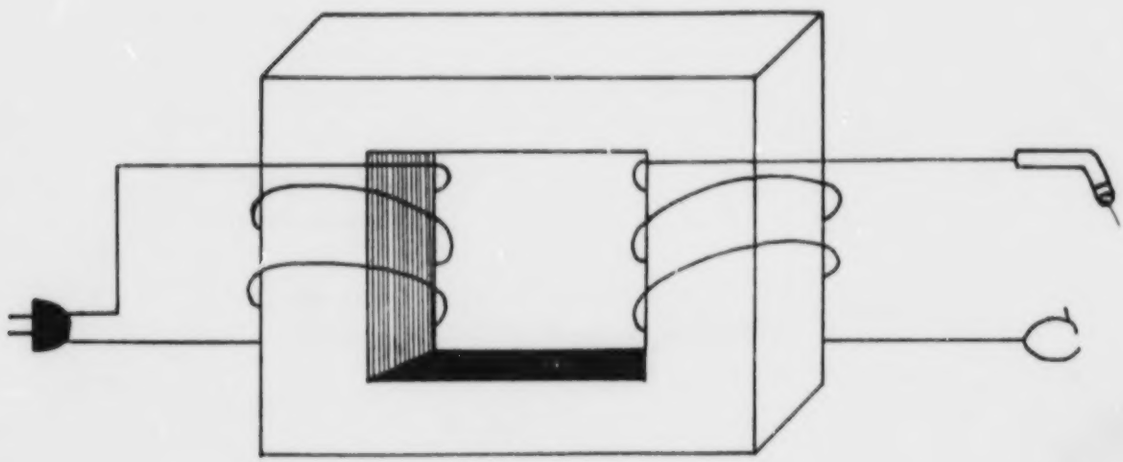
Dans tout transformateur on trouve une armature en fer et deux circuits indépendant l'un de l'autre, l'un d'eux s'appelle le primaire l'autre le secondaire.

Un transformateur est un appareil qui change le voltage et l'ampérage d'un courant électrique alternatif sans changer sa puissance. Il transforme l'énergie électrique sans l'augmenter ni la diminuer.

Quand un courant traverse une bobine de fil, un champ magnétique se produit autour du fil.

6.2 Décrire le rôle du courant secondaire.

Le courant électrique du secondaire d'un transformateur sert à fournir l'énergie nécessaire au soudage. Un transformateur peut augmenter ou diminuer le voltage. Mais comme la puissance reste la même, il s'en suit qu'on peut au secondaire obtenir l'énergie électrique utile pour chaque ouvrage. Le voltage du secondaire ne dépasse pas 80 volts, mais l'ampérage peut atteindre 500 ampères.



6.3 Relation entre les courants primaire et secondaire

Comment le courant électrique peut-il passer d'un enroulement à un autre puisque les deux enroulements sont isolés?

Lorsqu'un courant électrique variable (alternatif) circule dans un fil où il y a plusieurs spires de fil, celui-ci engendre un champ magnétique capable de produire dans son voisinage un courant électrique variable de même nature.

Le rôle du courant primaire, c'est de fournir au secondaire (par induction) la quantité d'énergie requise.

Le primaire peut être alimenté par une tension de 110 volts ou 220 ou 550.

Si le nombre de tours du secondaire est supérieur au nombre de tours du primaire, le voltage du secondaire sera supérieur au voltage du primaire.

100 volts 1000 volts
(10 fois plus de tours que primaire)
comme l'énergie est conservée, si le voltage augmente, l'ampérage diminue.

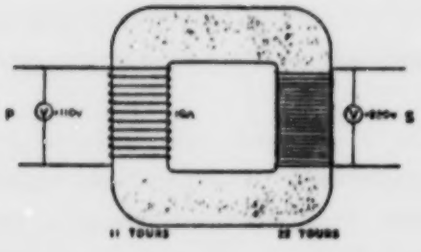
$W = E^1$
$W = W^1$

Formule $E \times I = E^1 \times I^1$
primaire secondaire

Ex.: 100 volts x 1 amp. = 200 x .5 amp.
ou 100 volts x 1 amp. = 10 volts x 10 ampères

Le courant du secondaire sera influencé par celui du primaire.

La quantité de tours, la "grosseur" du fil, la quantité du noyau de fer sur lequel sont enroulés les fils, détermineront la capacité et les caractéristiques du transformateur.



6.4 Décrire le régime d'utilisation

Toute machine à souder électrique comporte un régime d'utilisation spécifique à sa structure interne.

Ainsi, ce régime a pour rôle d'indiquer les limites de la machine pendant son utilisation.

Si le soudeur dépasse ces limites, il y a alors risque qu'il provoque la destruction des isolants par un surchauffage de la machine.

Pour la majorité des machines à souder électriques, la limite d'utilisation est indiquée en pourcentage. Prenons l'exemple d'une machine à souder électrique avec régime d'utilisation de 60%, à première vue, le chiffre 60 ne correspond à rien, mais pris dans un cycle de 10 minutes, nous voyons alors une relation, car 60% de 10 minutes correspond à 6 minutes. Nous pouvons alors dire que, dans un régime d'utilisation de 60%, cette machine peut souder à plein régime pendant 6 minutes sans risque et fonctionner à vide pendant 4 minutes, c'est-à-dire 40%.

En terme plus concret, nous pouvons dire que les 6 minutes correspondent au temps de fusion de deux électrodes et les 4 minutes au temps de remplacement de l'électrode, au piquage du laitier. Si l'intensité maximale est abaissée, le régime d'utilisation augmente alors en durée de soudage.

- EXERCICE - NO 12

Une machine à souder a un régime d'utilisation de 50% à 250 amp.

1. Quel est son temps d'utilisation à plein régime? _____
   _____
   _____

2. Que se passerait-il si je dépassais ces 50% à plein régime? _____
   _____
   _____

3. Si je soude avec 125 amp., quel sera le régime d'utilisation avec ce nouvel ampérage? _____
   _____

4. Une machine à souder de 500 amp. a un régime de 35%:

   a) Donner son temps de soudage à plein régime: _____
      _____

   b) Donner son temps de soudage à 400 amp.: _____
      _____

   c) Si cette machine travaille durant 7 minutes sans danger, quel est l'ampérage utilisé? _____

6.5 Décrire le rôle de la commande de réglage du courant de soudage.

La machine à souder électrique a une commande de réglage du courant de soudage.

Cette commande règle les ampères. Nous savons que l'arc électrique atteint une température de l'ordre de 6500°C. Aussi, lorsque le soudeur règle son ampérage selon l'électrode et le travail à exécuter, il règle la vitesse de sortie de l'ampérage, et, quel que soit l'ampérage, l'arc émet toujours la même température de 6500°C. Sauf que, plus l'ampérage est haut, plus vite cette température est atteinte et vice-versa.

Selon la compagnie de fabrication, la machine à souder peut avoir une commande de réglage différente dans sa forme et dans sa manipulation.

On trouve des machines à souder à commande:

- a) par volant
- b) par manivelle
- c) par bouton
- d) par douilles

Mais toutes ces commandes ont le même rôle, élever ou abaisser l'ampérage dans le circuit de soudage.

Par le changement de position d'une aiguille reliée à la commande, le soudeur peut régler son ampérage sur un tableau fixe ou mobile selon la machine. La machine à souder est parfois équipée d'une commande à distance.

6.6 Décrire un circuit ouvert

Lorsqu'on vous demande "d'ouvrir" la lumière à l'aide de l'interrupteur, est-ce que vous fermez le circuit ou vous l'ouvrez?

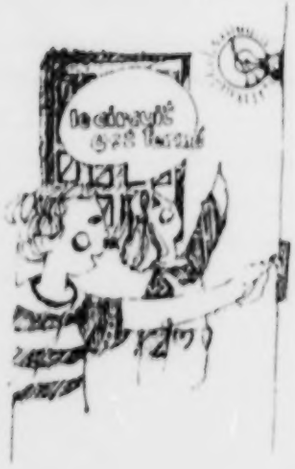
Réponse: Vous fermez le circuit.

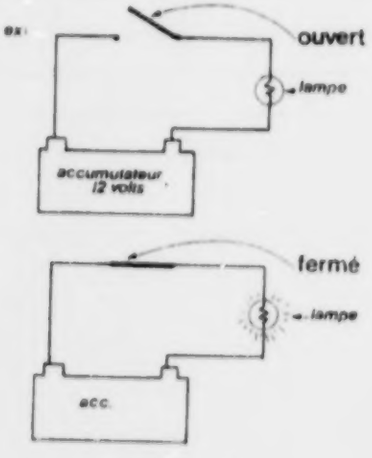
Le circuit est ouvert quand le courant électrique ne peut circuler dans celui-ci.

6.7 Décrire le circuit fermé

Le circuit est fermé quand le courant électrique peut circuler dans ce même circuit.

Un exemple de test qui apparaîtra dans le cahier du maître. Il sera précisé et complété par des ajouts lors de la prochaine étape.





- EXERCICE - NO 13

1. Quand votre machine à souder est en marche, est-ce que le circuit est ouvert ou fermé? _____

2. Pendant le soudage le circuit est-il ouvert ou fermé? _____

3. Décrire les commandes que vous trouverez sur les machines à souder dans votre atelier.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

7. DÉCRIRE LES COURANTS DE SOUDAGE

7.1 DÉCRIRE LE COURANT CONTINU

7.2 DÉCRIRE LE COURANT ALTERNATIF

7.3 IDENTIFIER LES POLARITÉS

7.4 APPLIQUER LE TABLEAU D'AMPÉRAGE SELON LE DIAMÈTRE DE L'ÉLECTRODE

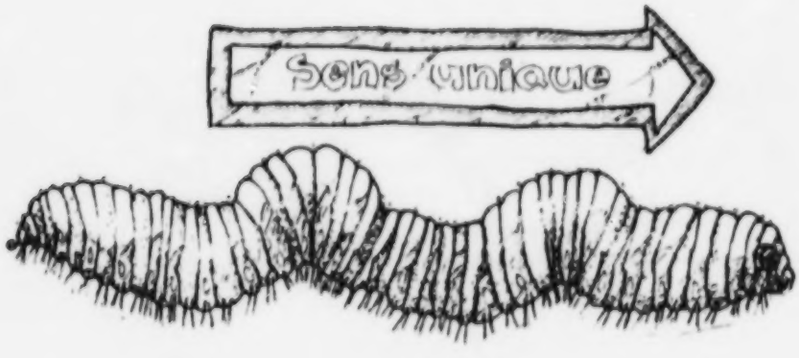
7.5 EXPLIQUER LE SOUFFLAGE DE L'ARC

7.1 Décrire le courant continu

Quand les électrons dans un conducteur circulent toujours dans une seule direction, on dit qu'on a un courant continu.

Ex.: l'eau d'une rivière

Courant continu



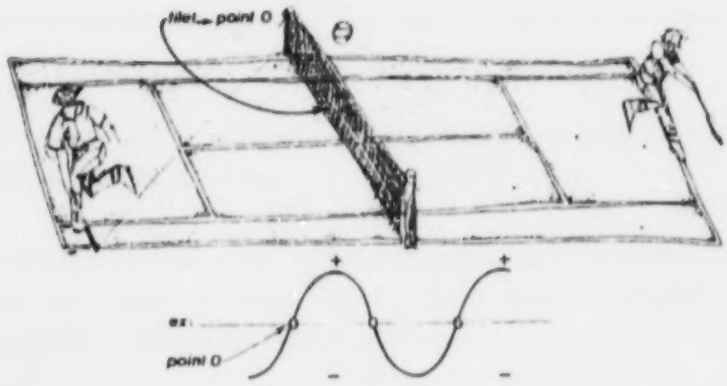
Une pile sèche fournit du courant continu, un accumulateur d'automobile aussi. Le voltage de la pile est de 1.5, celui de l'accumulateur est de 12 volts.

7.2 Décrire le courant alternatif

Quand le mouvement des électrons se fait dans un sens un temps puis s'arrête et se fait dans l'autre le même temps, on a un courant alternatif. C'est le courant électrique fourni par Hydro-Québec.

Si en une seconde le courant change 60 fois de direction du plus au moins et 60 fois du moins au plus, on obtient un courant alternatif 60 Hertz (60 cycles) seconde.

Courant alternatif



Quand les électrons s'en vont dans une direction pour un moment puis s'arrêtent et repartent dans la direction opposée pour un autre moment de même durée.

7.3 Identifier les polarités de soudage

En soudage électrique, nous retrouvons deux polarités:

l'électrode positive

l'électrode négative

Les électrodes ont un rendement supérieur sur une ou l'autre des polarités.

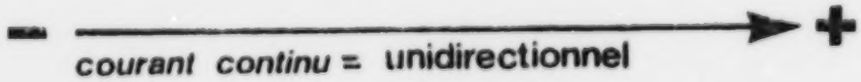
Pour le soudeur, il est essentiel de pouvoir identifier les polarités simplement en vérifiant les câbles de sa machine à souder.

a) la polarité normale indique le sens normal du courant de soudage, le porte-électrode doit être relié au négatif et la prise de masse au pôle positif.

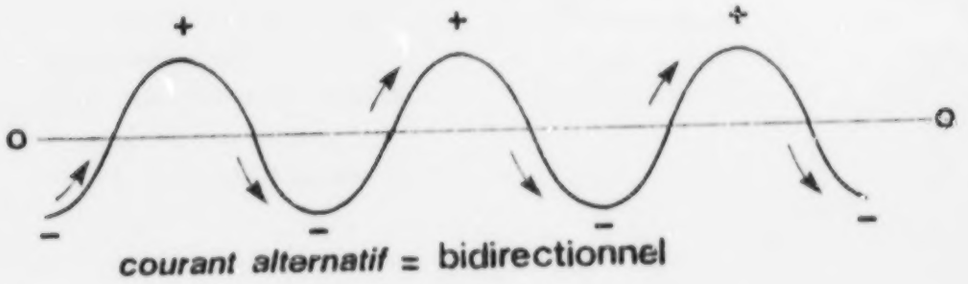
Il est à noter que la polarité normale produit une pénétration peu profonde dans la pièce de base.

b) la polarité inversée avec le porte-électrode relié au positif et la prise de masse au pôle négatif, cette polarité produit une pénétration profonde dans le métal de base.

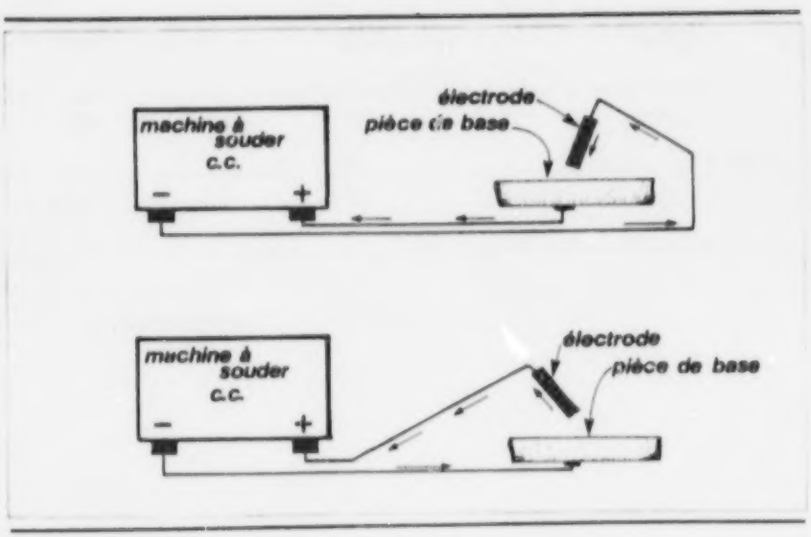
Il est évident pour le soudeur que les polarités de soudage soient contrôlables seulement sur les machines à souder produisant du courant continu.



À cause de son caractère bidirectionnel, le courant alternatif rend impossible le contrôle sur l'une ou l'autre des polarités.



courant alternatif = bidirectionnel



7.4 Appliquer le tableau d'ampérage selon le diamètre de l'électrode.

Pour choisir un ampérage de soudage, le soudeur doit tenir compte de plusieurs facteurs:

1° le diamètre de l'électrode
2° la masse à souder
3° le type d'électrode employé
4° la position de soudage
5° le type de joint à souder

Courant requis pour électrodes en acier doux		
Diamètre d'électrode	Ampérage	
	Minimum	Maximum
2,0mm	20	50
2,5mm	40	80
3,25mm	65	125
4,0mm	90	160
5,0mm	120	180

Réf.: Canox Limité

Dans un tableau d'ampérage, en plus du diamètre de l'électrode, nous retrouvons un ampérage minimum et un ampérage maximum pour un même diamètre d'électrode.

Nous savons que l'intensité de soudage passe dans l'arc électrique et produit la chaleur indispensable à la fusion de l'électrode et du métal de base; selon l'électrode employée, le soudeur va déterminer son ampérage.

S'il soude avec une intensité minimum, le soudeur risque de produire un cordon avec des porosités, des inclusions de laitier et une faible pénétration. De plus, l'arc sera instable.

S'il soude avec une intensité maximum, la pénétration devient excessive, le cordon irrégulier; des soufflures et des criques risquent de se retrouver à l'intérieur du cordon déposé.

Donc, l'intensité optimale devrait au départ être réglée à mi-chemin entre le minimum et le maximum; par la suite, selon le type d'électrode, déplacer le réglage vers l'un des deux extrêmes.

7.5 Expliquer le soufflage à l'arc

Les électrodes conventionnnelles ont toutes un bon rendement sur le courant continu.

Dans certaines situations de soudage, le courant continu provoque un phénomène de type magnétique connu sous le nom de "soufflage de l'arc". Ce phénomène se produit surtout dans les soudures d'angle intérieur.

Cette appellation convient très bien à cette particularité du courant continu, en effet, au moment où le soufflage de l'arc se produit, la partie du cordon de soudure affectée est soufflée hors du cratère initial. Cette déviation de l'arc peut aller de la simple incommodité (le cordon est légèrement dévié toujours au même endroit) à l'impossibilité totale de souder (éclatement du bain avec fortes projections).

Principalement, le soufflage de l'arc s'explique par une accumulation de champs magnétiques dans un même point. Par ce fait, le cordon de soudure subit le soufflage de l'arc, particulièrement vers la fin de la soudure où les champs magnétiques sont à leur maximum (Fig. 11).

Le courant alternatif ne crée aucun soufflage de l'arc mais ne permet pas un rendement satisfaisant avec certaines électrodes.

Il n'existe aucun remède universel pour faire disparaître complètement le soufflage de l'arc, plusieurs solutions peuvent être tentées pour y remédier.

a) souder en direction opposée à la prise de masse
b) déplacer la prise de masse
c) tourner vers une autre direction la pièce à souder
d) changer l'angle de l'électrode pendant le soudage
e) enrouler un des câbles autour de la pièce
f) souder par intermittence

- EXERCICE - NO 14

1. Identifier la polarité de soudage du circuit suivant:

2. Sur quel type de machine à souderpeut-on règler la polarité de soudage? ___

_____

Pourquoi? _____

_____

_____

_____

3. Que se passe-t-il dans le courant alternatif de 60 Hertz au point de vue polarité?

_____

_____

_____

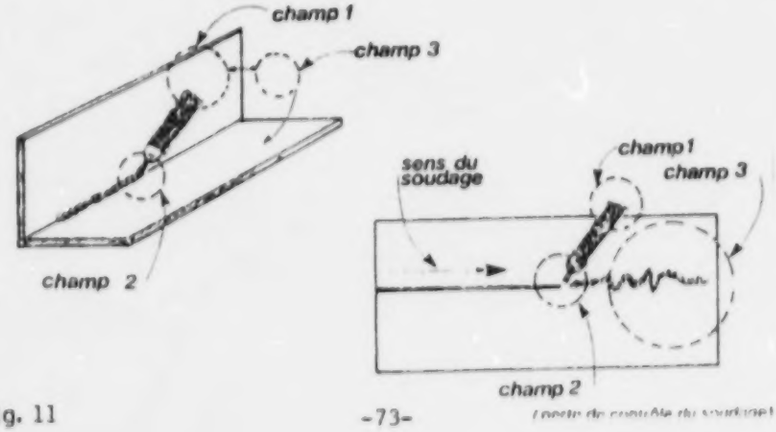


Fig. 11

CAHIER NO 4

8 IDENTIFIER LES DANGERS EN SOUDURE ÉLECTRIQUE

9. EXPLIQUER LE RÔLE DES PIÈCES D'ÉQUIPEMENT DU SOUDEUR

8. IDENTIFIER LES DANGERS EN SOUDURE ÉLECTRIQUE

8.1 Identifier les dangers avant le soudage

8.2 Identifier les dangers pendant le soudage

8.3 Identifier les dangers après le soudage

Suggestions méthodologiques

1. Présenter le Film: La Soudure, 2e partie, "La sécurité dans l'atelier de soudure". Par Mead Sound Filmstrips Ltd 1981.

2. Visionnement du film.

3. Retour et questions orales.

8. Identifier les dangers en soudure électrique

Dans chaque procédé de soudage comme dans chaque métier ou chaque chose que l'on fait dans la vie courante, un certain risque est présent.

Pour le soudage électrique, les dangers pour la santé du soudeur peuvent provenir de diverses sources.

a) le courant électrique
b) le métal brûlant
c) le rayonnement de l'arc
d) les fumées des métaux
e) les gaz toxiques

Cependant, le danger pour la santé du soudeur peut être réduit à son minimum, si ce dernier contrôle et manipule proprement les appareils.

Les dangers se présentent en 3 phases dans l'échelle du temps:

1) avant le soudage
2) pendant le soudage
3) après le soudage

8.1 Identifier les dangers avant le soudage

Avant l'opération de soudage, les dangers proviennent:

- de la manipulation de pièces de métal parfois très lourdes
- de l'oxycoupage dans la préparation des pièces
- du meulage dans le réglage des pièces.

En résumé, pour l'élève peu soucieux de sa sécurité au travail, les risques sont présents. En fait, seule la prévention évite les blessures.

Il importe donc de porter des bottes de sécurité, des gants, des lunettes pour oxycouper et pour souder.

Un équipement en bon état est à la base de toute prévention.

8.2 Identifier les dangers pendant le soudage

Au moment du soudage, les risques pour la santé du soudeur sont divers. Risque d'électrocution possible si l'équipement n'est pas en bon état. Risque pour les yeux et la peau provenant des divers rayonnements de l'arc.

Les rayons visibles affectent l'oeil, plus précisément la rétine, et provoquent un phénomène bien connu des soudeurs: un coup d'arc ou "flash".

Les rayons infrarouges affectent l'oeil et la peau du soudeur. Ces rayons affectent l'iris, le cristalin et la rétine et peuvent être très dangereux pour la vue du soudeur (brûlures et flash).

Les parties de la peau exposées à ces rayons subissent des brûlures semblables à des coups de soleil. Selon la durée d'exposition, la sensation de brûlure peut être faible ou aiguë.

Les rayons ultraviolets, tout comme les infrarouges, provoquent des brûlures aux yeux et à la peau du soudeur et parfois entraînent une hospitalisation du soudeur pendant plusieurs jours.

Habituellement, la sensation de brûlure et de fatigue de l'oeil se produit le soir.

Un remède simple et facile d'application peut soulager le soudeur dans les cas légers de "flash".

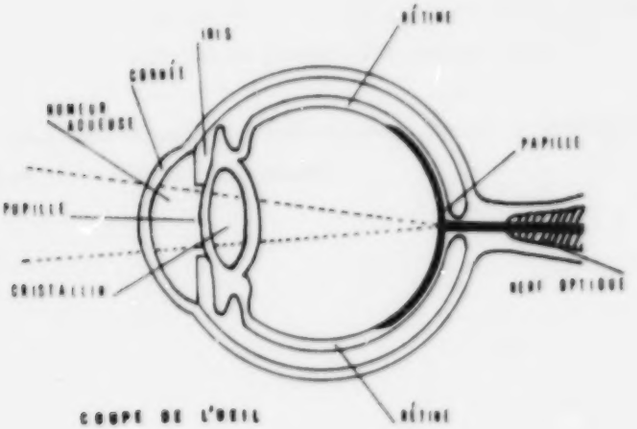
Appliquer sur chaque oeil un sachet de thé (ayant servi ou non), faire tenir le tout avec un linge propre autour de la tête. Garder le tout pendant toute la nuit.

Les sachets de thé peuvent être remplacées par des tranches de

pommes de terre crues. Couper 2 tranches de pommes de terre d'environ 10mm d'épaisseur et appliquer de la même manière que le thé.

La sensation de soulagement est très rapide et permet à la personne atteinte de pouvoir dormir et de ne plus rien ressentir au réveil le lendemain.

Dans les cas graves, une visite à l'hôpital s'impose. La lumière provenant des choses que nous regardons pénètre dans notre oeil par la cornée, traverse l'humus aqueuse. La pupille est une ouverture circulaire dans l'iris. En franchissant le cristallin (sorte de lentille), une image renversée de ce que nous voyons se forme au fond du globe oculaire. Cette image se constitue sur une surface sensible (la rétine). La rétine est tapissée de cellules qui réagissent à l'intensité lumineuse.



COUPE DE L'OEIL

Pendant le soudage un autre danger guette le soudeur: les étincelles et les particules de métal en fusion.

Sous l'action de cette température de 6 500°C, la fusion est presque instantanée et il en résulte des projections de métal en fusion sous forme de particules ou d'étincelles. Un soudeur sans ses gants s'expose à des brûlures graves.

8.3 Identifier les dangers après le soudage

Une fois la soudure terminée, certains soudeurs enlèvent gants et masque à souder pour enlever le laitier sur le cordon de soudure à l'aide du marteau de soudeur.

Souvent, pendant cette opération, le laitier encore très chaud va être projeté sous l'impact du marteau vers l'oeil ou une autre partie du corps; à ce moment-là, les risques de brûlures sont grands. Même si le laitier est complètement froid, le risque de recevoir un corps étranger dans l'oeil est grand.

Aussi, la plus importante règle à observer et à faire observer est très simple:

1) garder votre masque à souder, lever simplement la vitre teintée (votre masque est équipé d'une vitre blanche prévue à cet effet);
2) garder vos gants tant que le travail n'est pas terminé.

N'oubliez-pas, l'arc dégage une température d'enrivon 6500°C, aussi la pièce soudée reste longtemps brûlante.

- EXERCICE - NO 15

Après lecture de l'objectif 8°, répondez aux questions suivantes:

1. Quelles sont les sources de danger pour le soudeur? _____

2. Avant le soudage, quels sont les risques encourus par le soudeur? _____

3. Quels rayons risquent de fatiguer l'oeil du soudeur? _____

4. Quelles parties de l'oeil peuvent être atteintes gravement:
   1. par les divers rayons _____
   2. par les particules de métal _____

5. Comment le soudeur peut-il être affecté par un "flash"? _____

6. Après le soudage, quels sont les risques de blessures pour le soudeur?

- Faire une rédaction (20 lignes) sur le relation entre l'oeil et les dangers de blessures (ou lésion) que présente l'arc électrique.

- Faire un dessin de l'oeil en coupe. Faire identifier les principales parties.

TABLEAU DES ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES

Fréquence cycles/S	C = 3×10^8 m/s	Longueur d'onde m/cycle
10^{21}	rayons gamma	3×10^{-13}
10^{20}		3×10^{-12}
10^{19}		3×10^{-11}
10^{18}	rayons X	3×10^{-11}
10^{17}		3×10^{-10} : 3 Angstroms
10^{16}	Ultraviolet	3×10^{-9} : 30 A
10^{15}		3×10^{-8} : 300 A°
		3×10^{-7} : 3 000 A°
7.5×10^{14}	visible	3×10^{-6} 4 000 A°
4.3		7 000 A°
10^{13}	infrarouges	3×10^{-5}
10^{12}		3×10^{-4}
10^{11}	micro-ondes	3×10^{-3}
10^{10}		3×10^{-2}
10^{9}		3×10^{-1}
10^{8}	ondes courtes	3
10^{7}		30
10^{6}	radio commerciale	300

9. EXPLIQUER LE RÔLE DES PIÈCES D'ÉQUIPEMENT DU SOUDEUR

9.1 Expliquer le rôle des diverses parties du masque à souder

9.2 Décrire le rôle des gants du soudeur

9.3 Décrire le rôle du marteau à piquer

9.4 Décrire le rôle de la brosse métallique

9.5 Décrire le rôle de la veste de cuir

9.6 Décrire le rôle des souliers de sécurité

Suggestions méthodologiques:

1° Devant le groupe expliquer le montage dans l'ordre des vitres du masque à souder.

2° Faire remonter les masques à souder par chaque étudiant tout en expliquant comment nettoyer les vitres.

3° Expliquer comment ajuster et régler le serre-tête du masque à souder.

4° Faire une démonstration de nettoyage d'une soudure en mettant l'accent sur la sécurité de l'opération en expliquant l'importance de la vitre transparente.

5° En nettoyant la soudure expliquer le rôle de la brosse et du marteau de soudeur.

6. Le professeur explique comment faire des rectifications mineures sur les pointes du marteau soudeur.

Durant l'année le professeur peut évaluer ses élèves sur l'entretien de leur équipement de soudage.

EXPLIQUER LE RÔLE DES PIÈCES D'ÉQUIPEMENT DU SOUDEUR

L'équipement du soudeur a été mis au point pour protéger le soudeur, mais aussi pour lui faciliter la tâche à accomplir.

L'équipement du soudeur se compose d'outils et d'une garde-robe qui sont de première importance dans son travail quotidien.

Ainsi nous retrouvons:

- une paire de gants de cuir
- une veste de cuir
- une paire de souliers de sécurité
- un masque à souder
- un marteau à piquer
- une brosse métallique

Selon les lieux de travail, cet ensemble se complète d'un casque de sécurité et de lunettes protectrices.

9.1 DÉCRIRE LE RÔLE DES DIVERSES PARTIES DU MASQUE A SOUDER

Dans un masque à souder, il y a plusieurs parties:

A) le corps du masque à souder fabriqué en fibres synthétiques a, par sa forme, le rôle de protéger le visage et le cou du soudeur contre:

i) la chaleur vive qui se dégage de l'arc

ii) les radiations émises par l'action du soudage

iii) les brûlures causées par les projections de particules métalliques brûlantes.

B) une ouverture rectangulaire forme une petite fenêtre qui permet au soudeur de contrôler l'action de son arc pendant le soudage et de nettoyer les cordons après le soudage.

C) cette ouverture tout comme une fenêtre est équipée de vitres. Mais les vitres de masques à souder sont particulières.

i) la première vitre est montée directement sur le corps du masque. De plus, elle est transparente pour permettre au soudeur de nettoyer ses soudures, sans risque de blessures, à l'aide du marteau à piquer et de la brosse

ii) sur la partie mobile de cette ouverture se trouvent dans l'ordre (faisant face à l'extérieur) une vitre blanche et transparente, un joint en liège et une vitre teintée; la vitre blanche protège la vitre teintée.

Les vitres teintées employées pour le soudage sont généralement numérotées en fonction du degré de résistance aux radiations et à la lumière émise par l'arc pendant le soudage. Plus le numéro est élevé,plus la résistance est grande.

Exemples: Pour souder au chalumeau oxyacétylénique, une vitre teintée n°5 ou 6 est suffisante. Pour oxycouper on se servira d'une vitre teintée N°4 ou 5 Pour souder à l'arc, une vitre teintée N°10 ou 11 selon le diamètre et le type d'électrode va être employée.

Pour d'autres procédés de soudage, une vitre plus forte va être employée. Entre les deux vitres se trouve le joint de liège qui va permettre d'établir un espace entre lesdites vitres afin d'éviter une accumulation d'humidité qui, en se posant sur les vitres, gênerait la vue du soudeur pendant son travail.

Les vitres doivent être nettoyées régulièrement afin que disparaisse le dépôt laissé par les fumées dégagées par l'arc et l'électrode pendant le soudage.

Les vitres blanches peuvent être fabriquées de vitre ou de plastique transparent.

Une vitre plus faible que N° 10 risque d'endommager la vue du soudeur. (en soudure à l'arc)

D) Un serre-tête réglable complète le tout afin de maintenir le masque à souder en place et de libérer les mains du soudeur.

9.2 DÉCRIRE LE ROLE DES GANTS DE SOUDEUR

Le soudeur doit toujours porter des gants pour souder à l'arc électrique, afin de se protéger les mains et les avant-bras des brûlures.

A cause de la haute température de l'arc, le soudeur risque de se brûler soit par radiation de la chaleur sur les parties exposées, soit par projection de métal souvent rouge donc,extrêmement brûlant.

Les gants sont fabriqués dans un cuir solide; une bonne paire de gants de soudeur doit être souple, avoir des manchettes couvrant les avants-bras du soudeur. Dans le commerce,il existe plusieurs modèles de gants de soudeur.

Afin de garder ses gants en bun état,l'apprenti soudeur doit éviter de saisir les pièces brûlantes avec ses gants mais,plutôt,avec une paire de pince.

Si on se sert des gants pour saisir des pièces chaudes ou brûlantes, le cuir de ces gants devient raide, dur et rend difficile tout mouvement de la main.

9.3 DÉCRIRE LE RÔLE DU MARTEAU A PIQUER

Le marteau à piquer est souvent nommé "marteau de soudeur", cela démontre combien cet outil est important dans le travail quotidien du soudeur. Fabriqué d'acier, ce marteau a une forme spéciale: un côté est terminé en pointe un peu comme un pointeau, alors que l'autre côté se termine en forme de burin.

Le marteau à piquer sert à nettoyer les cordons de soudure de la couche de laitier qui les recouvre.

Le soudeur se doit de maintenir son marteau en bon état car, sans ce marteau, le nettoyage des soudures devient difficile. Souvent, le soudeur va simplement meuler la partie endommagée du marteau, cette opération peut être valable pour des réparations minimes; si cette opération se fait souvent, les pointes vont perdre de leur dureté et elles vont s'émousser après quelques nettoyages.

Donc, le soudeur devrait de temps à autre forger puis tremper les pointes de son marteau afin de lui rendre forme et dureté.

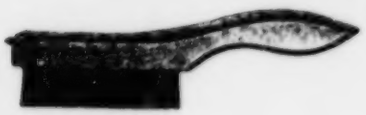
Il existe de nombreux modèles de marteaux à piquer mais tous ont le même rôle: nettoyer le cordon de soudure du laitier qui la recouvre ainsi que les particules de métal le long de la soudure.

9.4 DÉCRIRE LE ROLE DE LA BROSSE MÉTALLIQUE

La brosse métallique vient compléter l'action du marteau à piquer. Après que le laitier a été enlevé à l'aide du marteau à piquer, le rôle de la brosse métallique est de terminer le nettoyage du cordon en profondeur.

Le rôle de la brosse métallique est très important malgré le peu d'importance de son action, le soudeur peut vérifier ses cordons de soudure et déceler les défauts de soudure éventuels.

Tout comme pour le marteau à piquer, plusieurs modèles de brosses métalliques sont vendus dans le commerce.



9.5 DÉCRIRE LE RÔLE DE LA VESTE DE CUIR

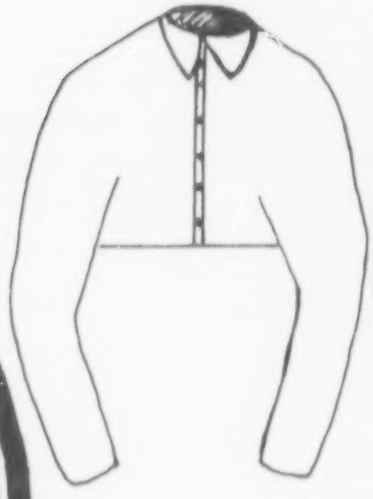
La veste de cuir fait partie de la panoplie de protection du soudeur.

Cette veste a pour rôle de protéger le soudeur des particules de métal en fusion, de la chaleur de l'arc, des rayons émis par l'arc électrique et des commotions électriques.

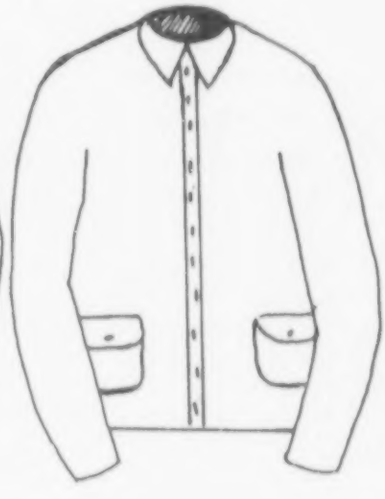
La veste de cuir, tout comme les gants, va protéger le soudeur particulièrement dans le soudage en position. On peut imaginer les risques que prend un soudeur travaillant en position plafond sans sa veste. A cause de son poids, la veste de cuir est souvent laissée de côté par le soudeur. Il y a sur le marché plusieurs types de veste de cuir dont le poids varie sensiblement selon leur conception.

TABLIER

VESTE DE CUIR COUPÉ



VESTE DE CUIR



9.6 DÉCRIRE LE RÔLE DES SOULIERS DE SÉCURITÉ

De nos jours, la majorité des gens travaillant dans une industrie porte des chaussures ou des bottes de sécurité. Le rôle de ces chaussures ou bottes est évident: protéger les pieds des risques d'accident.

Souvent, et pour diverses excuses, l'élève laisse sa protection à la maison, dans son casier ou, parfois ailleurs... Dans un atelier, les bottes de sécurité doivent se trouver aux pieds de la personne qui travaille et non ailleurs.

Avec la multiplication des modèles, chacun peut trouver une paire de souliers ou bottes adaptée à ses besoins.

Pour le soudeur, le rôle des bottes est d'une grande importance.

"Imaginer les risques d'accidents engendrés par l'oubli volontaire ou non de ces bottes".

Les bottes de sécurité sont fabriquées dans un cuir résistant avec une semelle antidérapante et résistante aux perforations d'objets pointus; une coquille d'acier protège les orteils et dans certains modèles, une autre plaquette de métal couvre le dessus du pied.

- EXERCICE - NO 16

1. Démonter le masque.

2. Remonter le masque en vérifiant chaque partie:

   -Nettoyer les vitres

   -Mise en place dans l'ordre

   -Vérifier le bon fonctionnement du serre-tête

3. Vérifier les pointes du marteau de soudeur et y apporter des correctifs si nécessaire.

CAHIER NO 5

10. IDENTIFIER LES DIVERS JOINTS DE BASE EMPLOYÉS EN SOUDURE

11. DIFFÉRENCIER LES ÉLECTRODES CONVENTIONNELLES EMPLOYÉES POUR SOUDER L'ACIER DOUX

10. IDENTIFIER LES DIVERS JOINTS DE BASE EMPLOYÉS EN SOUDURE

Chaque fois que nous soudons deux pièces ensemble nous formons un joint.

En soudure,nous retrouvons cinq (5) joints de base:

1. Le joint bout-à-bout

   Dans ce type de joint, les pièces de métal sont sur un même plan, l'épaisseur du métal est le facteur qui fait varier la préparation de l'assemblage et la forme du chanfrein.

2. Le joint d'angle composé d'une pièce horizontale et une autre verticale formant un "L". Les soudures peuvent être d'angle intérieur ou extérieur.

3. Le joint en "T"

   Un peu comme le joint d'angle, le joint en "T" est formé d'une pièce verticale posée au centre d'une pièce à l'horizontale. Ce joint se compose de deux (2) angles intérieurs.

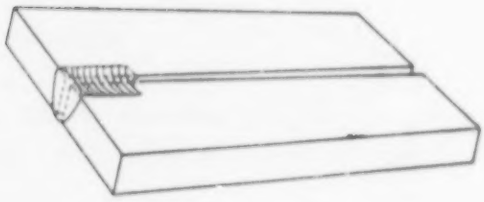
4. Le joint par recouvrement

   Ce joint est composé de deux (2) pièces superposées et qui forment les angles droits.

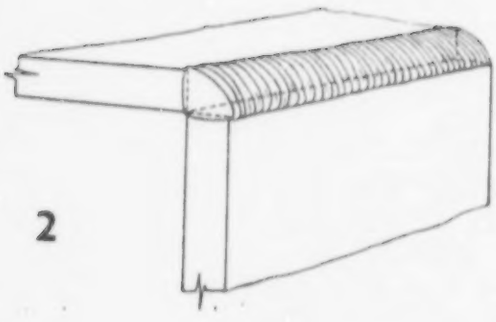
5. Le joint à bords relevés

   Dans ce type de joint,les deux (2) pièces sont placées sur un même plan, mais à la verticale,et la soudure se fait sur le champ des pièces.

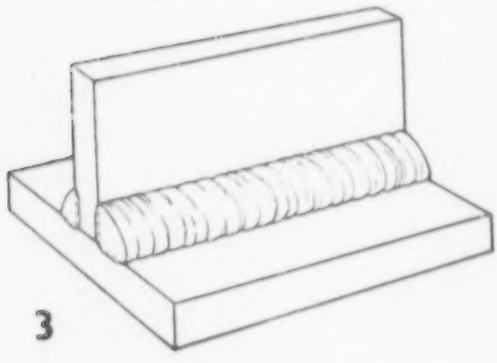
TYPES CLASSIQUES DE JOINTS DE BASE



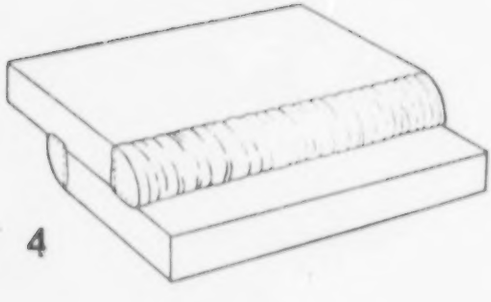
1



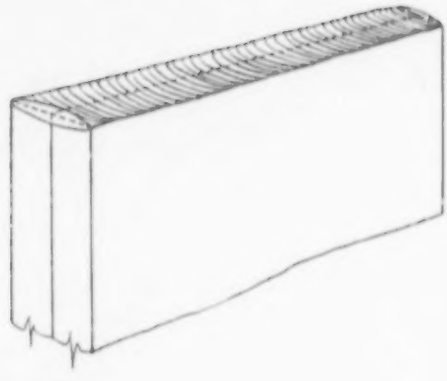
2



3



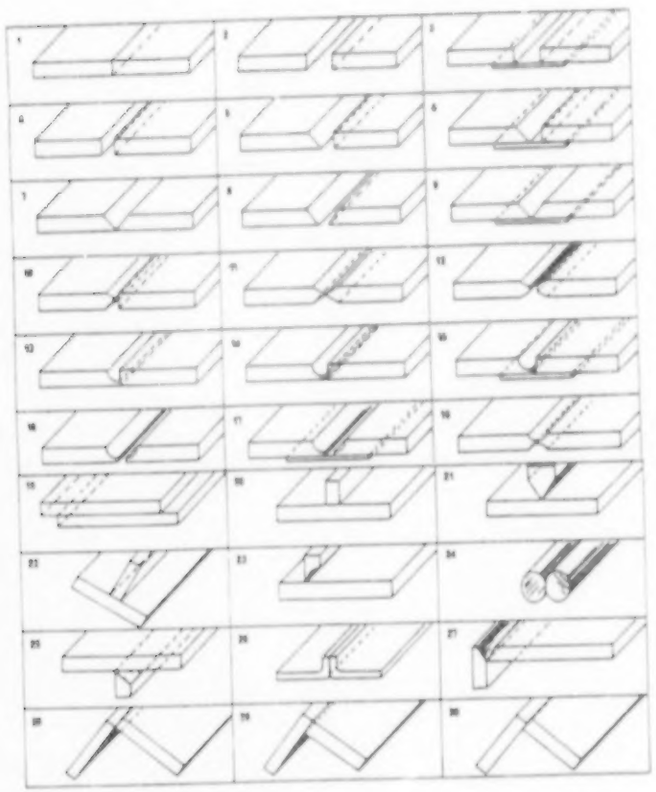
4



5

- EXERCICE - NO 17

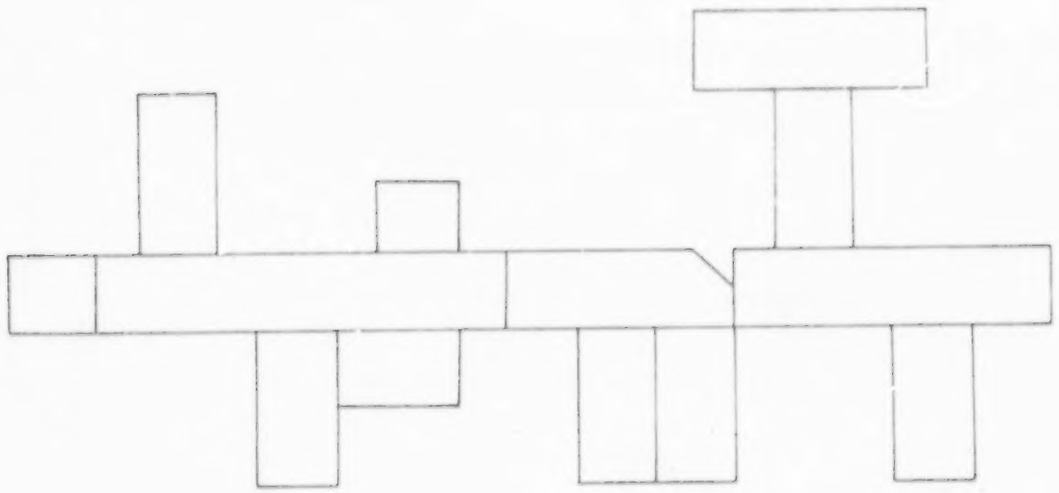
1. Identifier l'assemblage
   N°24 19 26 1
2. Combien y a-t-il de types d'assemblages?
3. Le professeur fait identifier oralement les joints de son choix.



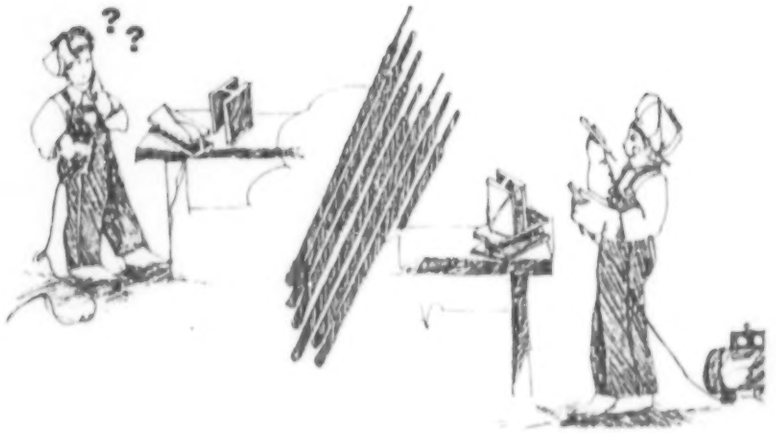
Pender, Le soudage, McGraw Hill.

4. Identifier le nombre de joints dans cet assemblage

5. Identifier les types de joints ainsi que leur nombre.



6. Reproduire trois (3) types de joint de cet ensemble.



11. DIFFÉRENCIER LES ÉLECTRODES CONVENTIONNELLES EMPLOYÉES POUR SOUDER L'ACIER DOUX

11.1 Définir les électrodes.

11.2 Définir le code numérique des électrodes.

11.3 Identifier les fonctions de l'électrode.

11.4 Distinguer les types d'électrodes.

11.5 Différencier les groupes d'électrodes.

11.6 Expliquer le choix d'une électrode.

11.7 Expliquer les raisons du coût du soudage (versus les électrodes).

Suggestions méthodologiques:

1. Apporter en classe divers types d'électrodes (nue, enrobée, divers diamètres, etc.).

2. Apporter en classe des électrodes avec le nouveau code numérique.

3. Comparer les deux (2) codes d'électrode (nouveau et ancien).
   But: comprendre le sens ou signification de ces codes.

4. Faire amasser les bouts d'électrode et faire calculer le coût des rejets.

1.1 DÉFINIR LES ÉLECTRODES

Les électrodes que nous employons de nos jours sont issues d'une longue recherche technologique.

Depuis que Kjellberg découvrit les avantages de l'enrobement, plus de 150 types d'électrodes enrobées ont progressivement pris place dans le monde moderne.

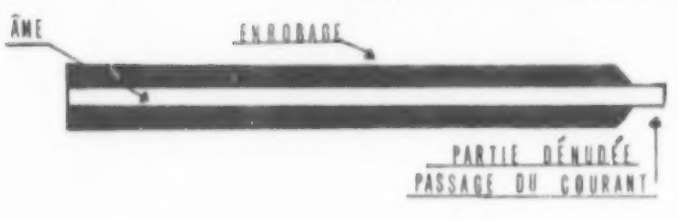
Les premières électrodes étaient une simple tige métallique nue. L'électrode enrobée se compose de deux (2) parties distinctes: l'âme et l'enrobage.

a) L'âme est consitituée d'une tige cylindrique d'acier doux fournissant le métal d'apport pendant le soudage.

b) L'enrobage, d'une composition plus complexe (chaux, rutile, cellulose, poudre de fer...) enveloppe rigoureusement l'âme de l'électrode.

Le rôle de l'enrobage est très important dans le soudage à l'arc électrique.

COUPE D'UNE ÉLECTRODE



L'âme de l'électrode est dénudée sur quelques centimètres à une extrémité afin de permettre au porte-électrode de saisir et maintenir fermement l'électrode tout en assurant le passage du courant de soudage.

LES ÉLECTRODES ENROBÉES EXISTENT SOUS
DIVERSES MESURES ET DIAMÈTRES

TABLEAU SUR LES ÉLECTRODES ENROBÉES

Diamètre (S.I.)	Longueur (S.I.)
1,6 mm	225 mm
2,0 mm	300 mm
2,5 mm	350 mm
3,2 mm	450 mm
4,0 mm	700 mm
5,0 mm	
6,0 mm	
8,0 mm	

11.2 DÉFINIR LE CODE NUMÉRIQUE DES ÉLECTRODES

Il existe à travers le monde diverses classifications pour les électrodes enrobées courantes destinées au soudage des aciers doux.

En Amérique du Nord, le code employé fut mis au point par l'A.W.S. (Société Américaine de soudure) aux États-Unis. Au Canada, l'Association Canadienne des Standards (C.S.A.) a adopté le code A.W.S.

Grâce à ce code de spécifications, les ingénieurs, les dessinateurs et les soudeurs peuvent choisir l'électrode convenant au genre de soudure à accomplir. Imaginons l'embarras quant au choix de la bonne électrode s'il n'y avait pas de code numérique.

Le classement des électrodes se fait d'après:

a) le rendement
b) la position de soudage
c) le courant employé

Dans une électrode identifiée par (4) quatre chiffres

exemple: E7014

La lettre E constitue l'abréviation du mot électrode pour souder à l'arc électrique

Les deux premiers chiffres indiquent la résistance minimum à la traction de la soudure

le troisième chiffre indique la position de soudage de l'électrode.

Ce chiffre peut être 1, 2 ou 3.

1- soudure en toutes positions

2- soudure à plat et à clin (horizontalement)

3- soudure à plat seulement.

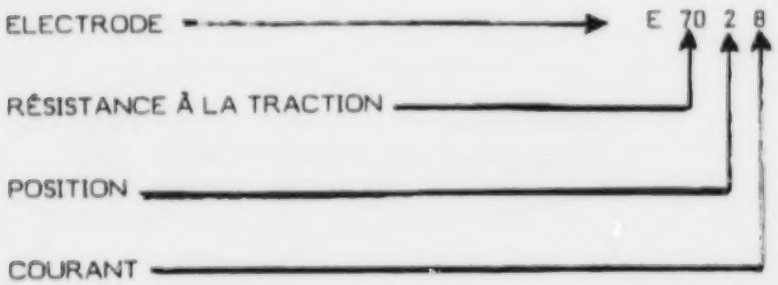
Le dernier chiffre donne le courant de soudage, la polarité et la composition de l'enrobage.

TABLEAU

SIGNIFICATION DU DERNIER CHIFFRE

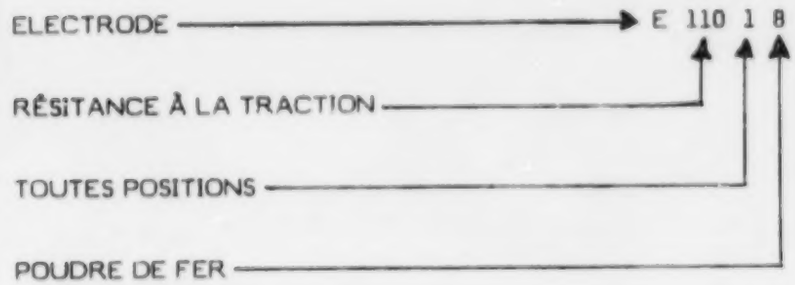
Dernier chiffre de l'électrode	Substances principales de l'enrobage	Courant à employer
0	cellulose, sodium	C.C. +
1	cellulose, potassium	C,A., C.C. +
2	titane, sodium	C.A., C.C.-
3	titate, potassium	C.A., C.C. -
4	poudre de fer, titane	C.A., C.C. -+
5	sodium, basse teneur en hydrogène	C.C. +
6	potassium, basse teneur en hydrogène	C.A., C.C. +
7	poudre de fer, oxyde de fer	C.A., C.C. -+
8	poudre de fer, basse teneur en hydrogène	C.A., C.C. +

On peut résumer visuellement le code A.W.S. dans l'exemple suivant:



Dans le cas d'une électrode identifiée par (5) chiffres au lieu de (4) quatre, les (3) trois premiers chiffres indiquent la résistance à la traction, les autres chiffres ont les mêmes caratéristiques

Exemple



basse teneur en hydrogrène

C.A., C.C. +

Au Canada l'ACNOR (Association canadienne de normalisation) a adapté le code A.W.S. en code S.I.

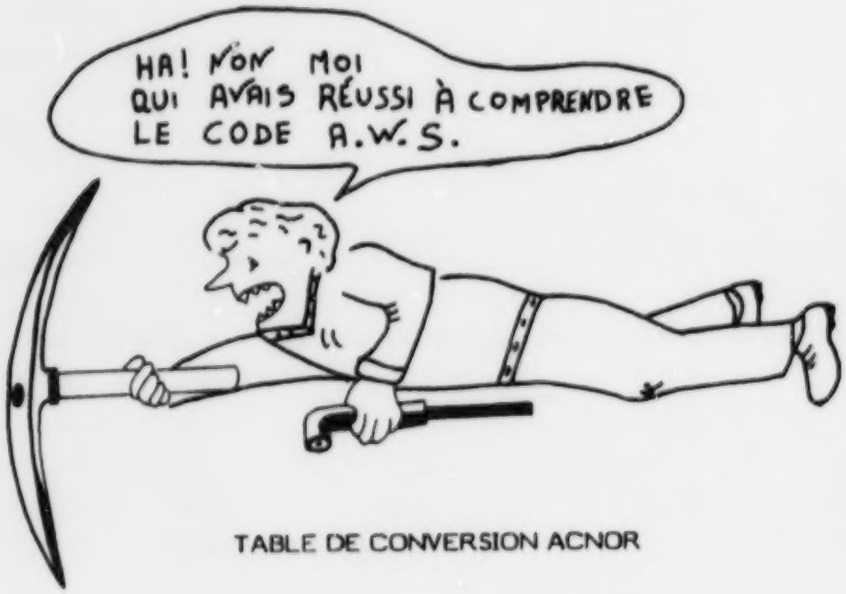


TABLE DE CONVERSION ACNOR

ancien	nouveau
E 6011	E 41011
E 7018	E 48018
E 8028	E 55028
E 9018	E 62018
E 11018-M	E 76018-M

Le nouveau code ACNOR emploie des unités du S.I. pour exprimer la résistance à la traction. Ainsi dans notre tableau ACNOR les lb/po^2 se transforment en MPa (Mégapascal).

Exemple comparatif.

E 6011	E 41011
↑	↑
60 000lb/po^2	410 MPa

le chiffre qui indique la position de soudage garde la même signification, le dernier chiffre lui aussi garde le même rôle.

Facteurs de conversion du système A.W.S. à ACNOR

1 MPa = 145,03 lb/po^2

1 MPa = 0,14503 lb/po^2

11.3 IDENTIFIER LES FONCTIONS DE L'ÉLECTRODE

Nous avons appris que l'électrode se composait de deux (2) parties: l'âme et l'enrobage.

Ces parties ont chacune des fonctions bien spécifiques pendant l'opération de soudage.

L'âme de l'électrode a pour fonction de conduire le courant de soudage donnant naissance à l'arc. En se consumant, l'âme produit le cordon de soudure. Durant le soudage,l'âme fond plus rapidement que l'enrobage.

L'enrobage a,lui aussi,plusieurs fonctions importantes:

- il stabilise l'arc et permet l'emploi du courant alternatif en ionisant l'arc;
- il dirige l'arc et facilite l'amorçage;
- il isole l'arc en formant un écran gazeux afin de protéger le bain de fusion de l'oxygène et de l'azote de l'atmosphère, évitant ainsi la formation de nitrure et d'oxydes;
- il protège le cordon de soudure par la formation du laitier qui ralentit le refroidissement de la soudure;
- il ajoute des éléments au moment de la fusion (les électrodes poudre de fer);
- il fournit des agents désoxydants.

De plus,l'enrobage détermine le courant, la polarité, la forme du cordon de soudure ainsi que ses propriétés physiques.

Puisque l'enrobage sert à éviter la formation de ces deux composés, il serait bon de préciser les inconvénients de leur présence:

- nitrure: combinaison de l'azote avec le métal en fusion
- oxyde: combinaison de l'oxygène avec le métal en fusion.

11.4 DIFFÉRENCIER LES TYPES D'ÉLECTRODES

Les électrodes employées pour souder l'acier doux sont regroupées selon l'élément principal qui entre dans la composition de l'enrobage.

A) Les électrodes du type cellulosique:
dans ce groupe nous retrouvons les électrodes E6010 et E6011 dont l'enrobage se compose d'environ 80% de cellulose.
Ce type d'électrode présente:
-un laitier mince et friable
-une pénétration profonde grâce à la polarité
-une bonne tenue dans les tests radiographiques
-un arc avec beaucoup de crachement.
Il faut éviter un arc long pendant le soudage ainsi qu'un ampérage élevé car l'enrobage tend à brûler. Il présente un cordon rugueux, employé en toutes positions avec une préférence pour les positions verticales et au plafond.

B) Les électrodes du type rutile:
ce groupe se compose des électrodes E6012, E6013, E7014 et E7024.
Les électrodes E6012 et E6013 présentent un cordon lisse avec laitier, recouvrant entièrement le cordon de soudure et s'enlevant très facilement avec une pénétration peu profonde.
La E6012 contient 35% d'oxyde de titanium. Elle est employée dans les travaux de structure métallique ne demandant pas de trop hautes qualités mécaniques.
La E6013 contient des agents ionisants qui lui donnent une bonne stabilité sur courant alternatif avec un arc court; le crachement de l'électrode est presque nul. Elle est employée sur métal mince, particulièrement avec les machines à souder à circuit ouvert à basse tension.
Les électrodes E7014 et E7024, en plus du titane, contiennent de la poudre de fer dans leur enrobage.
La E7014 contient environ 32% de poudre de fer dans son enrobage.

La E7024 contient quant à elle environ 50% de poudre de fer dans son enrobage.
La poudre de fer en plus d'augmenter le dépôt dans le bain de fusion permet l'emploi d'un ampérage plus élevé. En outre, cette électrode a de très bonnes qualités de ré-amorçage.

C) Les électrodes du type basique:
dans cette catégorie d'électrodes sont classées les E7018 et E7028. En plus de leur pourcentage en poudre de fer qui varie entre 32% pour la E7018 et 50% pour la E7028, ce type d'électrodes fait mauvais ménage avec l'humidité et demande une attention plus vigilante à ce niveau.
A cause de la composition de son enrobage, l'électrode du type basique a besoin d'une tension à circuit ouvert plus grande que les autres électrodes pour avoir un amorçage bien réussi.
La basse teneur en hydrogène fait de cette électrode une favorite quand il s'agit d'obtenir un cordon résistant sur certains aciers.
Toutes les électrodes avec poudre de fer produisent un arc stable.

D) Les électrodes du type minéral:
avec comme base l'oxyde de fer, la E7027 est une électrode de type minéral contenant comme la 7024 et la 7028 50% de poudre de fer. Cette électrode est celle qui possède la plus grande vitesse de dépôt.

11.5 DIFFÉRENCIER LES GROUPES D'ÉLECTRODES

Le classement A.W.S. nous a permis de comprendre que les électrodes employées pour souder l'acier doux ont toutes leurs particularités.

Pour plus de précision dans le choix des électrodes, on groupe celles-ci par rendement au travail.

A) Le groupe à GEL RAPIDE:

dans ce groupe se retrouvent les E6010 et E6011. Les électrodes à gel rapide sont surtout employées dans le soudage vertical, horizontal et au plafond.

Pour comprendre l'action du métal d'apport pendant le soudage avec les électrodes de ce groupe, une comparaison avec une goutte d'eau facilitera l'explication.

Une goutte d'eau collée au plafond ou sur un mur tend à s'écouler vers le sol, mais si par l'action du froid cette goutte est rapidement gelée, elle va rester collée au plafond ou sur la surface verticale. En conséquence, chaque fois que la gravité est en cause,l'emploi des électrodes de ce groupe est recommandé.

B) Le groupe à avancement rapide

comme le nom l'indique, les électrodes dites à avancement rapide déposent un cordon sans manque, trou ou vide dans la soudure.

Exemple: sur une tôle mince, le cordon doit être dépcsé rapidement pour éviter de traverser le métal.

Ce groupe comprend les électrodes suivantes:

La E6012, utilisée pour les tôles minces

La E6013, pratiquement la même que la E6012 mais souvent employée dans le soudage descendant.

La E7014, avec ses 32% de poudre de fer dans l'enrobage a une vitesse de dépôt plus grande que celle de la E6013.

La E7014, en vérité une E6013 améliorée. La E7018: cette électrode combine l'avancement et le gel rapide. Employée pour souder les aciers qui ont tendance à fissurer et dans des conditions

difficiles, la E7018 permet d'obtenir des cordons de soudure très sains grâce à son taux peu élevé d'hydrogène.

C) Le groupe à remplissage rapide:
une caractéristique des électrodes de ce groupe est le pourcentage élevé de poudre de fer dans leur enrobage.
Par remplissage rapide, on entend par exemple, le remplissage d'un chanfrein ou d'un angle où le dépôt est important.
Dans ce groupe,on retrouve les électrodes suivantes:
LA E7024 avec 50% de poudre de fer dans le poids de son enrobage et employée surtout pour les soudures à clin et à angles divers...
LA E7027 qui contient le même pourcentage de poudre de fer que la E7014; elle est employée pour les soudures sur chanfreins.
La E7028 qui renferme le même pourcentage de poudre de fer que les E7024 et E7027, sauf que sa vitesse de dépôt est supérieure à celle des autres électrodes de son groupe.
Les 7024 et 7027, aussi nommées électrodes de contact à cause de l'épaisseur d'enrobage.

Tout comme l'électrode E7018, la E7028 est employée pour souder les aciers à tremper; elle élimine le risque de fissuration dans le cordon.
De plus en plus, les électrodes du type E7018 et E7028 (BASIQUE) ont tendance à remplacer les autres électrodes. Avant l'arrivée de la basique, dans les soudures sur pièces de nickel, chrome, vanadium, molybdène, le risque de crique dû à l'hydrogène était très grand.

Les basiques ne contiennent aucune partie de cellulose et craignent l'humidité.
Selon le bureau Canadien de la Soudure, l'exposition de l'électrode à l'air libre après passage dans le four doit être très courte pour éviter que l'humidité n'endommage l'enrobage de l'électrode.

11.6 EXPLIQUER LE CHOIX D'UNE ÉLECTRODE

Le soudeur doit, s'il veut obtenir un résultat positif dans ses travaux, savoir choisir l'électrode qui rencontrera le mieux les exigences de la pièce une fois soudée. Parfois le choix est difficile car il faut tenir compte de plusieurs facteurs.

Le soudeur doit se poser plusieurs questions:

1° Quel rôle doit jouer cette pièce une fois soudée?

2° Dans quelle(s) condition(s) va-t-elle le faire?

3° Quelle qualité doit primer sur les autres?

Après avoir répondu à ces questions primordiales quant au choix de l'électrode, le soudeur doit aussi tenir compte des facteur suivants:

a) Avec quelle machine à souder les soudures seront-elles exécutées. (courant continu, courant alternatif).

b) Quelle est la masse de cette pièce? (épaisseur, longueur, largeur).

c) Dans quelles conditions se trouve le métal de la pièce à réparer? (propreté, précision, préparation des bords).

d) Dans quelle(s) position(s) vont devoir se faire les soudures? (à plat, horizontale, verticale, au plafond).

e) Quels types de joints retrouve-t-on sur cette pièce? ("T", clin, bout-à-bout...)

f) Quelle est la composition de l'alliage? (acier, fonte)

g) Quelles propriétés physiques doit avoir cette pièce? (dureté, élasticité, ductilité...)

h) Quelle forme doit avoir le cordon une fois terminé? (plat, concave, convexe).

i) Quelle sont les caractéristiques d'opération? (vitesse d'exécution, facilité)

Et finalement une question primordiale pour le petit artisan.

j) La soudure peut-elle se faire avec une électrode coûtant moins cher mais dont le résultat est valable plutôt qu'avec une électrode beaucoup plus chère à l'achat.

11.7 Expliquer les raisons du coût du soudage en fonction des électrodes

Pour réaliser une soudure électrique à l'aide d'une électrode fusible, il en coûte cher et ce,souvent en raison du gaspillage d'électrodes.

Tout soudeur sait que les électrodes doivent être à l'abri de l'humidité, mais, s'il veut économiser de l'argent, il devrait savoir que le gaspillage pendant et après l'opération de soudage varie entre 25% et 35%.

Les variations qui influent sur ces pertes se divisent en deux (2) catégories:

1) la perte par crachements de l'arc est de l'ordre de 8% à 18% du poids de l'électrode. La perte varie selon les électrodes employées et selon la longueur d'arc utilisée par le soudeur;

2) la seconde variable est la perte par rejet des bouts après soudage; cette perte par rejet est de l'ordre de 17% du poids de l'électrode pour une longueur de 40 mm.
Le total des pertes est de 25% à 35% du poids de l'électrode.

En résumé, on peut facilement calculer le coût des pertes à partir du prix et du poids de l'électrode et établir une formule pour ce calcul.

$$\text{(Argent) Total des pertes} = \frac{\text{Poids de l'électrode}}{\text{Prix de l'électrode}} \times \% \text{ de la perte}$$

Exemple:

Poids de l'électrode 25 grammes

Prix de l'électrode 50 cents

Total du poids perdu 30%

Calcul de la perte: $\frac{25}{50} \times 30 = 15$ cents

En conclusion, le prix de revient de cette électrode est en réalité de:
50 + 15 = 65 cents.

- EXERCICE - NO 18

1. Nommer la partie centrale d'une électrode et expliquer son rôle.

2. Identifier trois (3) éléments composant les enrobages d'une électrode.

3. Identifier les longueurs conventionnelles d'électrodes pour l'acier doux.

4. Nommer les types d'électrodes.

5. Combien d'électrodes différentes existe-t-il sur le marché actuellement?

6. A quoi sert le code A.W.S.?

7. Quelles différences y a-t-il entre l'A.W.S. et L'ACNOR?

8. Convertir en MPa les E6010, 10018 et 12018.

9. Définir gel rapide, avancement rapide.

10. Donner sept (7) facteurs qui influencent le choix d'une électrode.

11. Résoudre ce problème sur les pertes.

    Données: une boîte d'électrodes de 15 kg coûte 40,00$ si une électrode pèse 45 gr et que la perte est de l'ordre de 35%.

    Calculer le prix de revient réel de cette boîte d'électrodes.

12. Si les pertes par rejet sont de 17%, quelle sera la perte totale pour des bouts de 55 mm de longueur.

- EXERCICE - NO 19

LE MOT CACHÉ

M E D I P A R T N E M E C N A V A
I D I E R H E D Y X O N E E M A P
N I A E I Y R G R E B L L E J K O
E P M U M D M O E B G E L S W A U
R A E Q A R U A D R R T U L D E D
A R T I I O I E I U O I L A U L R
L L R S R G S R U G U D O I C A E
E E E A E E S I G U P I S T T M F
I G T B C N A A X E E M E I I R E
M E I I O E T D U U S U G E L O R
O U S O N C O N A X E H E R E N U
N Q O N T O P O H M U I N A T I T
O I R I A U L C C O N C A V E S I
C R O S C R E E E G A R E P M A L
E C P E T T S S N O I T I S O P E
E D I P A R E G A S S I L P M E R

EXERCICE SUR LES ÉLECTRODES

A. Intensité du courant. _____

A. Partie de l'électrode. _____

A. Organisme qui a mis au point le code à base de chiffres. _____

A. Ce groupe permet de déposer un cordon de soudure très rapidement sans manque, ni vide. _____

B. Les électrode 7016 - 7018 font partie de ce type d'électrodes. _____

C. Les électrodes 6010 et 6011 sont toutes deux de ce type. (Base) _____

C. Les soudures faites avec une électrode 6020 donne cette forme de cordon. _____

C. Les électrodes 7024 et 7027 sont de ce type car l'enrobage brûle moins vite que l'âme. _____

C. Dans une soudure en plafond, l'arc doit être tenu de cette manière. _____

C. Les soudures faites avec la 6012 sont sujettes à ce défaut. _____

D. Détermine l'ampérage employé. _____

D. Une des caractéristiques physiques d'un cordon de soudure. _____

E. Un des plus grands facteurs dans le choix d'une électrode. _____

G. Groupe dont font partie les électrodes 6010 et 6011. _____

G. L'enrobage joue ce rôle dans une soudure, permet de déposer la soudure à l'endroit désiré. _____

G. Une des trois identifications pour les électrodes. _____

H. Certaines électrodes doivent être à l'abri de cette chose. _____

H. Les électrodes basiques en contiennent très peu. _____

I. Nom de l'espace rendu conducteur. _____

K. Permit au soudage d'évoluer (Personnage). _____

L. Couche protectrice sur le cordon de soudure. _____

M. L'E 7027 fait partie de ce type d'électrode. _____

N. Polarité employée pour E 6012. _____

N. Les premières électrodes étaient très difficiles à amorcer. _____

O. L'oxygène en contact avec la soudure en provoque. _____

P. Plusieurs électrodes en contiennent jusqu'à 50%. _____

P. Une soudure faite avec un courant trop faible donne ce résultat. _____

P. Le troisième chiffre sur l'électrode l'indique. (Les) _____

P. Se trouve dans la machine à souder. _____

R. Les 7024 -27 -28 sont de ce type. _____

R. Apparence d'un cordon de soudure fait avec une 6010. _____

R. La 7014 et 7024 sont de ce type. _____

S. Couleur placéesur la tige de l'électrode côté dénudé. _____

S. La 6011 en contient dans son enrobage et la rend conductrice sur C.A. _____

T. La 6012 contient environ 35% de cet oxyde. _____

Le mot caché est d'une grande utilité dans le monde de la soudure.

Donner l'explication du mot caché en quelques lignes.

_____

_____

_____

_____

_____

CAHIER NO 6

12. SOUDER À PLAT SUR UNE PLAQUE DE MÉTAL UNI

12. SOUDER À PLAT SUR UNE PLALQUE DE MÉTAL UNI

12.1 Amorcer l'arc

12.1 Contrôler la distance de l'arc

12.3 Contrôler la vitesse de soudage

12.4 Contrôler l'angle de soudage

12.5 Réamorcer l'arc

12.6 Exécuter des cordons de soudure rectilignes

12.7 Exécuter des cordons de soudure en changeant de direction

Suggestions méthodologiques

Se référer aux dessins, faire les démonstrations devant le groupe puis faire exécuter par les élèves et corriger individuellement.

Accorder un temps de pratique moyen et demander une pièce comme évaluation.

12.1 AMORCER L'ARC

Pour pouvoir souder à l'arc, la première opération pratique pour l'élève soudeur est de se familiariser avec l'amorçage de l'arc.

Tout comme il a appris à effectuer des réglages d'ampérage sur une machine à souder, il doit maintenant les mettre en pratique.

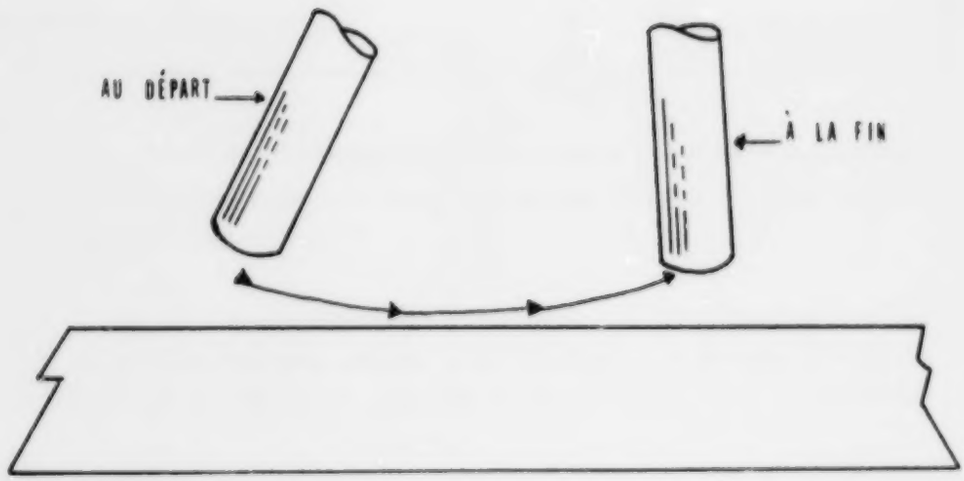
Il n'existe que deux (2) méthodes pour amorcer l'arc:

a) La méthode par frottement

Cette méthode consiste à frotter l'électrode un peu comme on frotte une allumette pour l'enflammer.

Techniquement, on frotte l'électrode sur la pièce de métal; au moment où l'arc s'amorce, on ramène l'électrode en position de soudage. Le plus souvent, cette méthode est la plus conseillée à l'élève soudeur.

A

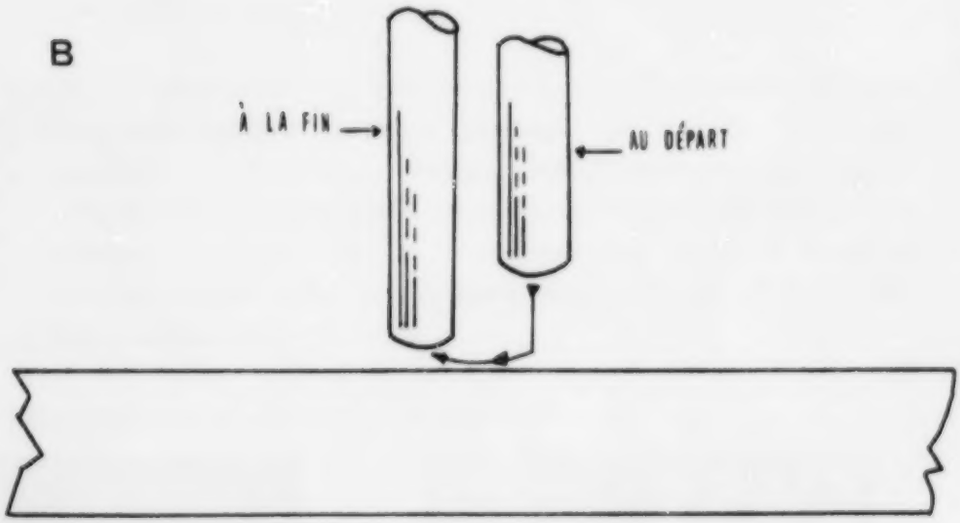


b) La méthode par rapprochement

Au départ, cette méthode demande un bon contrôle de l'arc sinon l'électrode colle à la pièce.

Dans la méthode par rapprochement, comme son nom l'indique, il faut approcher l'électrode de la pièce en descendant verticalement et, au moment de l'amorçage, relever l'électrode légèrement afin de se retrouver en position de soudage. Dans les deux cas, il faut maintenir une distance de 3 à 4 mm entre l'électrode et la pièce de métal. Avec la pratique quotidienne, ces mouvements deviendront automatiques et rapides.

B



Une précaution importante pour la sécurité des yeux de l'élève soudeur consiste pour ce dernier à garder son masque à souder baissé au moment de l'amorçage de l'arc.

Il faut une bonne coordination pour pouvoir à la fois baisser son masque et amorcer l'arc sans danger. A la vue d'un vieux soudeur à l'oeuvre, celà semble très facile, mais pour le débutant, il y a trop de problèmes

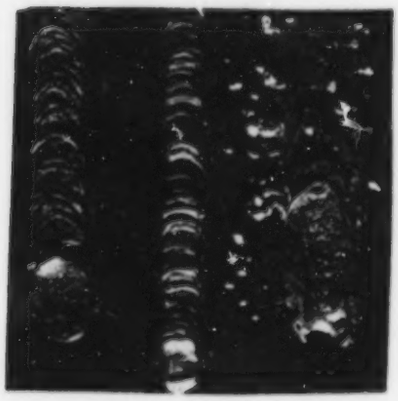
résoudre en même temps. Aussi, pour éviter un coup d'arc et une visite à l'hôpital, il importe de garder votre masque baissé tant et aussi longtemps que vous n'avez pas acquis cette facilité pour amorcer l'arc.

Cette précaution permet en cas de collage de l'électrode d'éviter tout danger.

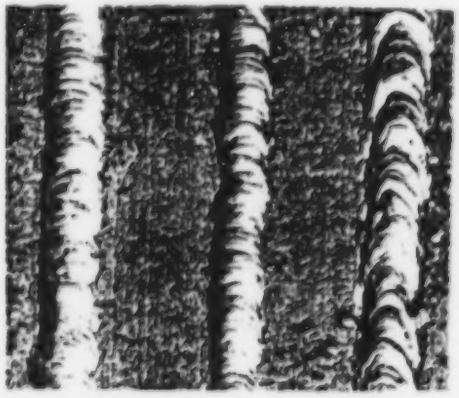
En cas de collage on doit tourner le porte-électrode d'un coup sec afin de décoller l'électrode du métal; si malgré ça l'électrode reste collée, il faut fermer l'arrivée de courant de votre machine à souder, autrement l'électrode devient rouge.

Un bon exercice consiste à s'exercer à amorcer l'arc et à le déplacer lentement pendant quelques secondes en gardant l'électrode perpendiculaire à la pièce. Recommencer l'exercice plusieurs fois et dans plusieurs directions afin de contrôler l'arc, ne cherchez pas à produire une soudure parfaite au premier essai, prenez le temps de franchir chaque étape du processus d'apprentissage et tout sera beaucoup plus facile pour vous.

EXEMPLES avec électrodes E 41011 et E 48018



1 Cordon 2 Amp. 3 Amp.
normal trop bas trop haut
E 41011



1 Cordon 2 Amp. 3 Amp.
normal trop bas trop haut
E 48018

- Exercice d'atelier -

Processus opératoire:

A) Couper la plaque de métal selon les dimensions requises.

B) Régler l'ampérage selon le diamètre de l'électrode.

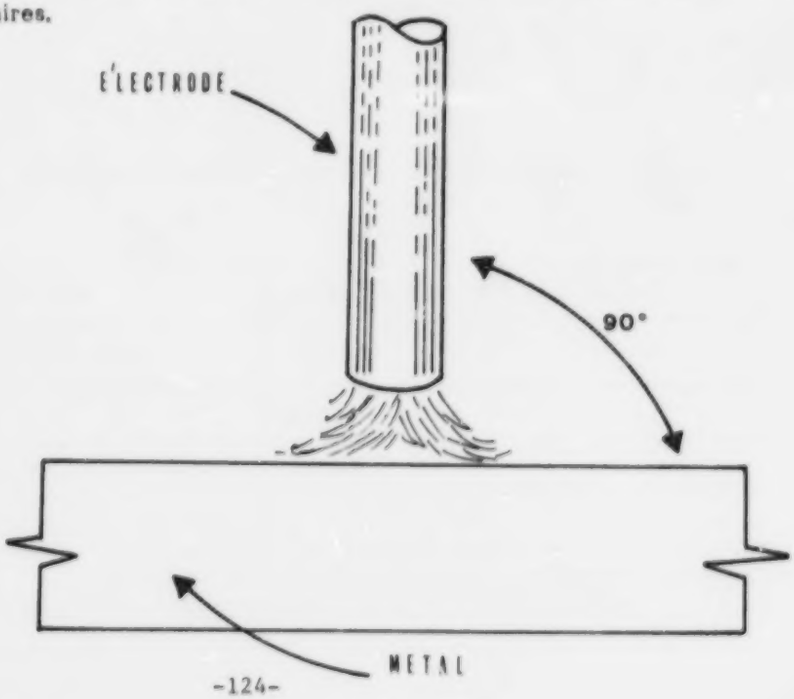
C) S'installer et mettre la machine en marche.

D) Baisser le masque et amorcer l'arc en respectant 3 à 4 mm de distance entre le bout de l'électrode et la surface de la plaque.

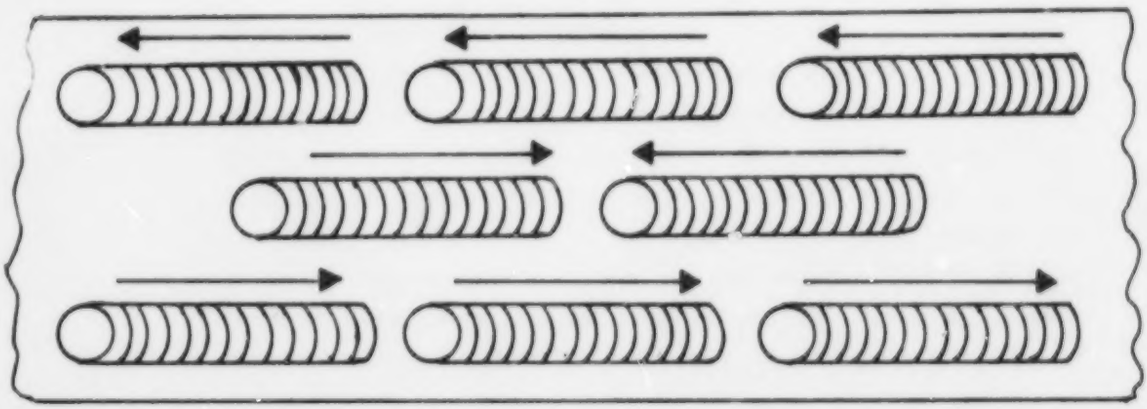
E) Garder l'électrode presque perpendiculaire à la pièce et avancer lentement pendant 5 secondes.

F) Nettoyer la soudure, recommencer l'amorçage puis changer de direction.

G) Après quelques essais, montrer la pièce au professeur afin d'avoir des commentaires.



ATELIER N°1 — AMORÇAGE PAR FROTTEMENT DE L'ÉLECTRODE



Changer de direction tous les 2 ou 3 amorçages

MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 150 x 100 x 5
NOMBRE DE PIÈCES	1
ÉLECTRODES	E48013
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Apparence de l'amorçage de l'arc. 2. Nombre d'amorçages réussis. 3. Respect de la sécurité pendant l'exécution de l'exercice.

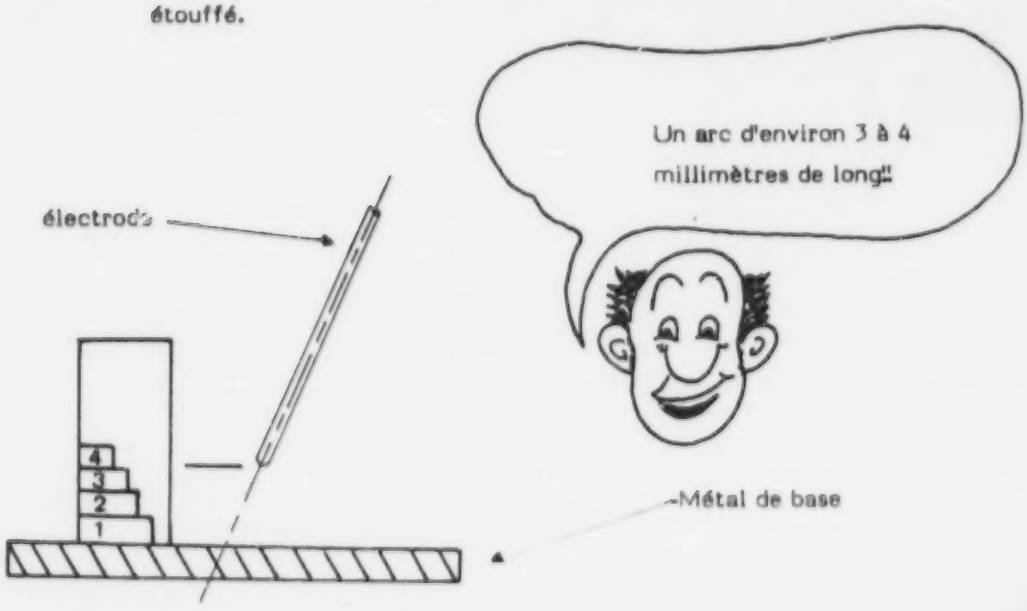
12.2 CONTROLER LA DISTANCE DE L'ARC

Après l'amorçage de l'arc, l'élève soudeur doit savoir que, pour réussir une soudure, il faut tenir compte de 4 règles importantes:

Première règle

La distance ou la longueur de l'arc doit être de 3 à 4 mm.

On appelle distance ou longueur de l'arc, la distance qui est comprise entre le bout de l'électrode et le métal de base. A première vue, garder une distance constante de 3 à 4 mm semble impossible. Un des moyens les plus simples est de se guider au son de sa machine à souder, en effet, le son change d'intensité selon la longueur de l'arc. Le son, semblable à des pommes de terre dans une friteuse, indique une longueur d'arc normale; avec un peu d'attention, l'élève peut donc facilement trouver sa distance idéale de soudage. Au début, l'élève a intérêt à changer sa longueur d'arc afin de se familiariser avec le changement de son de la machine à souder. En modifiant la distance entre le bout de l'électrode et le métal de base, l'élève va faire les constatations suivantes: un arc trop long augmente la projection de métal provenant de l'électrode; un arc trop court produit un arc étouffé.



- Exercice d'atelier -

Processus opératoire:

A) Sur l'envers de la plaque utilisée lors de l'exercice d'amorçage (s'il reste de la place, sinon couper une autre plaque).

B) Après avoir réglé l'ampérage selon le diamètre de l'électrode et le type de machine, amorcer l'arc.

C) Respecter une longueur d'arc de 3 à 4 mm.

D) Avancer lentement en comptant jusoqu'à dix (10).

E) Recommencer l'exercice afin de s'habituer au son de la machine.

F) Une longueur d'arc normale produit un son régulier et monotone.

G) Changer la longueur de l'arc afin de saisir le changement de son de votre machine.

ATELIER N°2 CONTROLE DE LA LONGUEUR DE L'ARC

Même chose que dans l'atelier N°1 avec en plus le contrôle de la longueur de l'arc

1° arc trop long et ampérage élevé

2° arc trop long (E48013)

MÊTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 150 x 100 x 5
NOMBRE DE PIÈCES	1
ÉLECTRODES	E48013
DIAMÊTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Amorçage sans éclaboussure de métal. 2. Régularité du cordon. 3. Nombre de cordons. 4. Quantité de projections de métal le long des cordons. 5. Respect des règles de sécurité.

12.3 CONTROLER LA VITESSE DE SOUDAGE

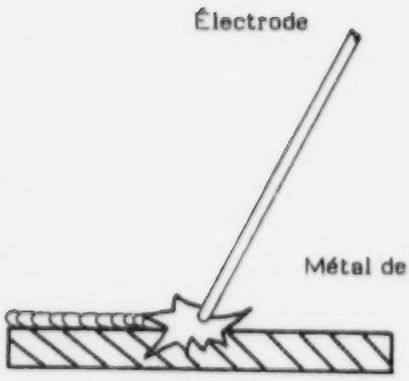
Deuxième règle

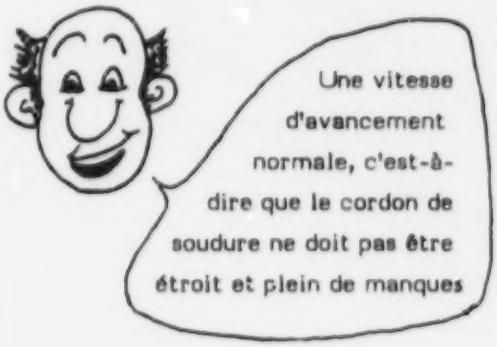
La vitesse de soudage.

La vitesse de soudage, un des points qui donne le plus de problèmes aux débutants, est tantôt trop rapide, tantôt trop lente, le juste milieu étant difficile à trouver.

Tout comme pour la distance, il existe des moyens permettant d'avoir le contrôle de notre vitesse de soudage. Un des moyens est la comparaison entre la longueur de l'électrode et le cordon déposé. Avec une électrode de longueur courante, l'élève devrait normalement déposer un cordon d'une longueur égale à 3/4 de celle de l'électrode pour une largeur d'environ 2,5 fois le diamètre de l'électrode.

Le cordon doit être régulier avec des stries arrondies. Si les stries ont une forme pointue, la vitesse de soudage est trop grande, s'il y a des manques dans le cordon, là encore la vitesse est trop grande et la distance inadéquate.





- Exercice d'atelier -

Processus opératoire:

A) Couper une plaque de métal ou employer si possible la plaque de l'exercice précédent.

B) Maintenant, l'amorçage et la longueur de l'arc ne devraient plus poser de problèmes insurmontables.

C) Régler l'ampérage selon le diamètre et le type de machine à souder.

D) Amorcer l'arc et garder une longuer d'arc de 3 à 4 mm.

E) Avancer lentement en observant la largeur du cordon déposé.

F) Garder une largeur d'environ le double du diamètre de l'électrode (Le métal déposé doit déborder légèrement de chaque coté de l'électrode).

G) Contrôler votre vitesse de soudage en vérifiant la longueur de cordon déposé et la longueur d'électrode consumée (se référer à la 2ième règle).

H) Recommencer l'exercice en apportant les correctifs requis.

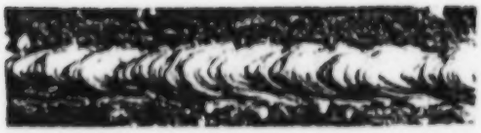
I) Les cordons déposés doivent être d'une largeur régulière et normale (toute la lor gueur de la plaque).

J) Persister dans vos efforts pour réussir vos soudures.

K) Laisser 5 mm de distance entre les cordons de soudure.

ATELIER N°3 — CONTRÔLE DE LA VITESSE DE SOUDAGE

1. Vitesse très élevée



2. Vitesse élevée

3. Vitesse trop lente

MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 150 x 100 x 5
NOMBRE DE PIÈCES	1
ÉLECTRODES	E48013
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Régularité de la largeur des cordons (2,5 fois le diamètre de l'électrode). 2. Nettoyage des cordons de soudure. 3. Respect des règles de sécurité.

12.4 CONTRÔLER L'ANGLE DE SOUDAGE

Troisième règle

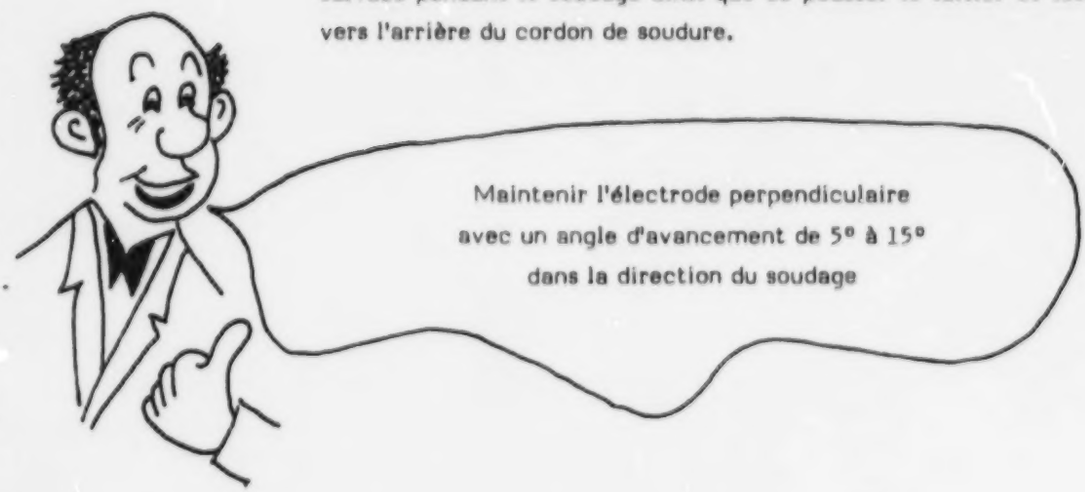
L'angle de soudage

Le contrôle de l'angle de soudage est une question d'observation pendant le soudage. Dans le soudage à plat, l'angle idéal de soudage se situe entre 5° à 15° degrés dans le sens du soudage. Aussi l'élève doit souvent vérifier l'angle de son électrode et le corriger au besoin, même pendant le soudage. Le non respect de cette règle entraîne une mauvaise habitude qui risque d'avoir des répercussions au moment où l'élève doit contrôler la pénétration de sa soudure. Pour illustrer l'effet de l'angle de soudage, prenons l'exemple suivant:

On dirige un jet d'eau vers le sol:

-dans un angle perpendiculaire:	le trou sera profond et il y aura des éclaboussures
-dans un angle de 45°:	le trou sera moins profond avec de légères éclaboussures
-dans un angle de 5° à 15°:	le trou sera peu profond

Cet angle de 5° à 15° pendant le soudage permet de contrôler la pénétration de la soudure dans le métal de base, de diriger les oxydes en surface pendant le soudage ainsi que de pousser le laitier et les oxydes vers l'arrière du cordon de soudure.



- Exercice d'atelier -

Processus opératoire:

A) Contrôler l'amorçage, la distance, la vitesse et ajouter maintenant le contrôle de l'angle de soudage.

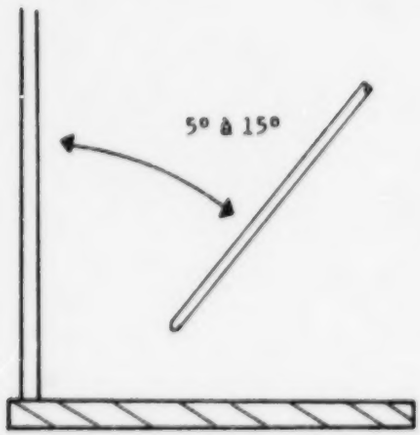
B) Exécuter des cordons de soudure en respectant un angle de soudage compris entre 5° et 15° dans la direction normale de soudage.

C) Pendant le soudage, vérifier souvent cet angle et corriger en redressant l'arrière du porte-électrode pour réduire l'angle.

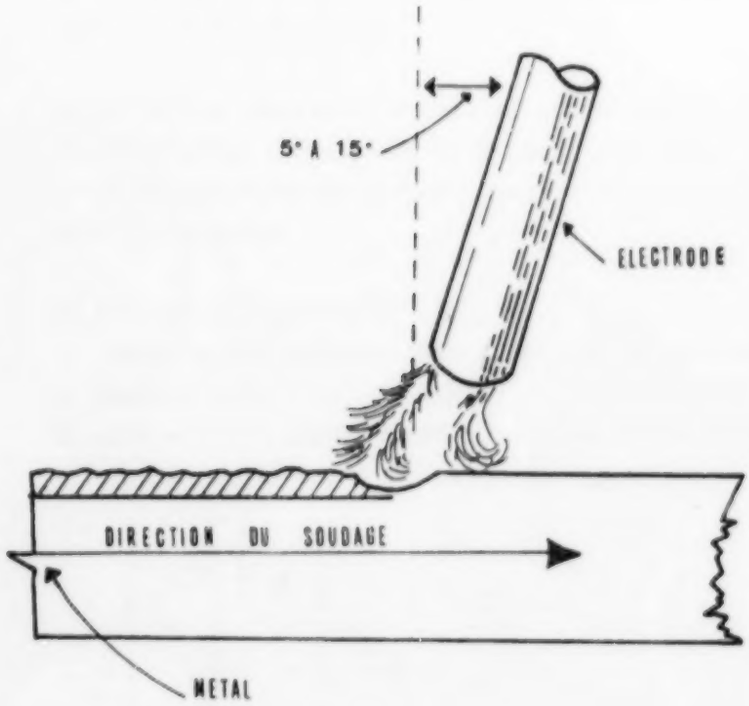
D) Laisser 5 mm entre les cordons de soudure.

E) Compléter un bord avant d'aller montrer votre plaque au professeur.

F) Poursuivre l'exercice en corrigeant vos erreurs.



ATELIER N°4 CONTRÔLE DE L'ANGLE DE SOUDAGE



MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 150 x 100 x 5
NOMBRE DE PIÈCES	1
ÉLECTRODES	E48013
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Observations pendant l'exécution de la soudure. 2. Respect des règles de sécurité. 3. Nettoyage final des soudures.

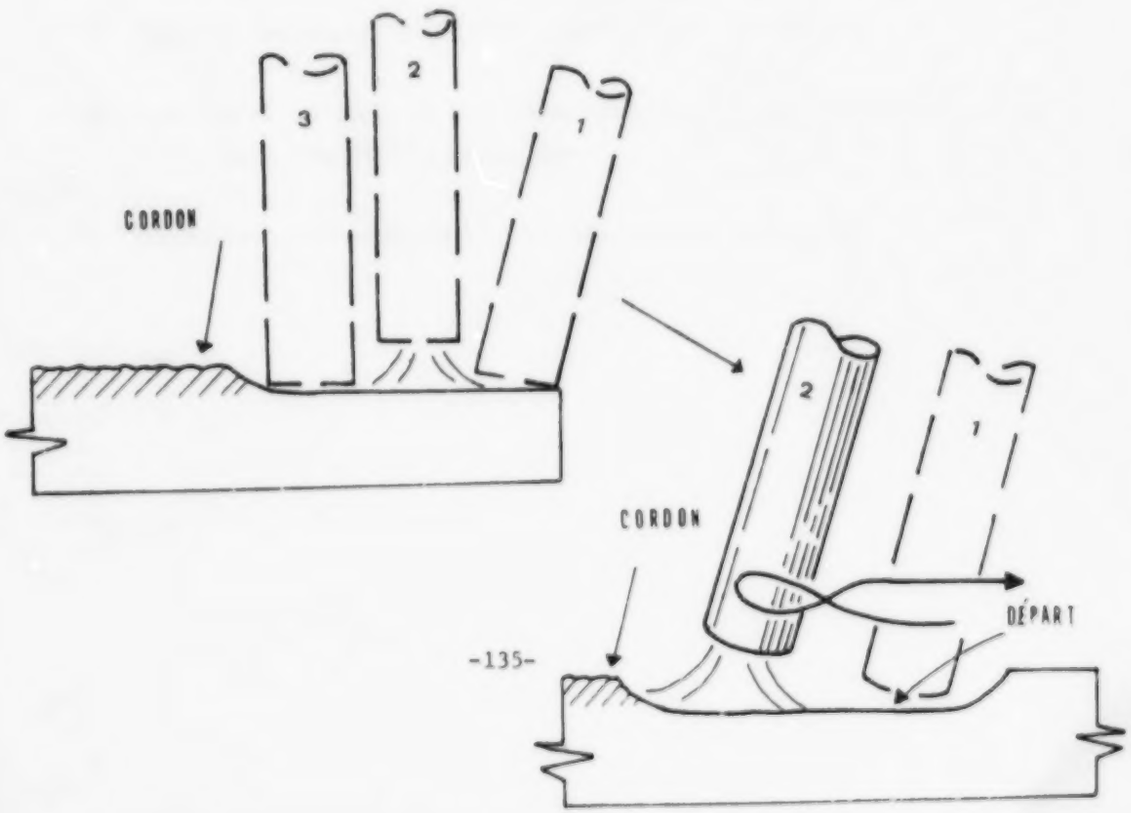
12.5 RÉAMORCER L'ARC

Le réamorçage de l'arc consiste à continuer une soudure avec une nouvelle électrode. . Dans le réamorçage, la difficulté provient du fait qu'il faut réamorcer l'arc rapidement et avoir une soudure sans défaut dans la section de la reprise.

Quand l'arc est réamorcer comme pour un amorçage normal, un manque de métal va être créé entre la fin du cordon et la reprise du cordon; si le réamorçage a lieu sur le cordon, alors il va ya voir une bosse sur la partie de la reprise.

Pour réussir une réamorçage, il faut:

1. réamorcer l'arc à environ 20mm après la fin du premier cordon;
2. garder la bonne longueur d'arc;
3. aller remplir le cratère formé par la fin du premier cordon;
4. repartir dans le sens normal de soudage rapidement.



- Exercice d'atelier -

Processus opératoire:

A) Régler l'ampérage selon le diamètre et le type de machine à souder.

B) Amorcer l'arc et respecter la distance, l'angle et la vitesse d'avancement.

C) Exécuter un cordon de soudure sur environ 1/2 de la largeur de la plaque de métal.

D) Nettoyer la fin de la soudure et continuer votre soudure à l'aide d'un réamorçage (Mémoriser les règles du réamorçage).

E) Continuer en réamorçant l'arc à chaque 1/2 cordon de soudure.

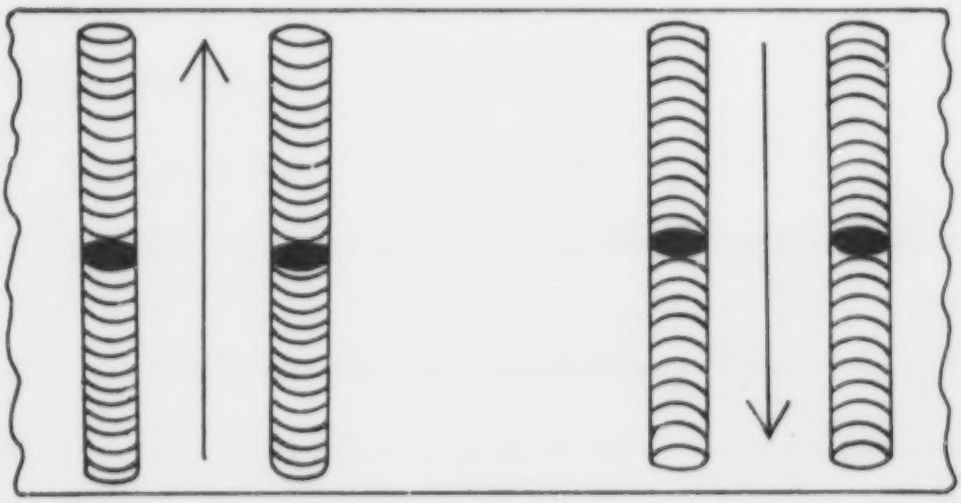
F) Compléter un côté de la plaque en espaçant les cordons de 4 mm.

G) Apporter vos propres rectifications après chaque vérification.

H) Après avoir complété un côté de la plaque, la montrer au professeur pour obtenir au besoin d'autres explications.

I) Compléter l'autre côté selon les spécifications du professeur.

ATELIER N°5 RÉAMORÇAGE DE L'ARC



MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 200 x 100 x 5
NOMBRE DE PIÈCES	1
ÉLECTRODES	E48013
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Chaque cordon doit comporter un réamorçage. 2. Les réamorçages doivent être exempts de défauts. 3. Respect des règles de sécurité. 4. Nettoyage complet des cordons de soudure.

12.6 EXÉCUTER DES CORDONS DE SOUDURE RECTILIGNES

- Exercice d'atelier -

Cet exercice permet de corriger au besoin: 1° l'amorçage, 2° la longueur de l'arc, 3° la vitesse d'avancement, 4° l'angle de soudage, 5° l'ampérage de soudage, 6° le réamorçage.

Processus opératoire:

A) Récapitulation de ce qui est décrit ci-dessus.

B) Reprendre la démarche des exercices avec lesquels vous avez encore des problèmes.

C) Les cordons sont exécutés sur la longueur et la largeur alternativement.

D) Les cordons doivent être fusionnés les uns aux autres afin de présenter une surface uniforme (l'élève s'autocorrige au cours de l'exercice).

E) Les cordons doivent être nettoyés avant l'exécution du cordon suivant.

F) Après avoir complété un côté de la plaque, rencontrer le professeur pour discuter des problèmes éprouvés dans cette partie de l'exercice.

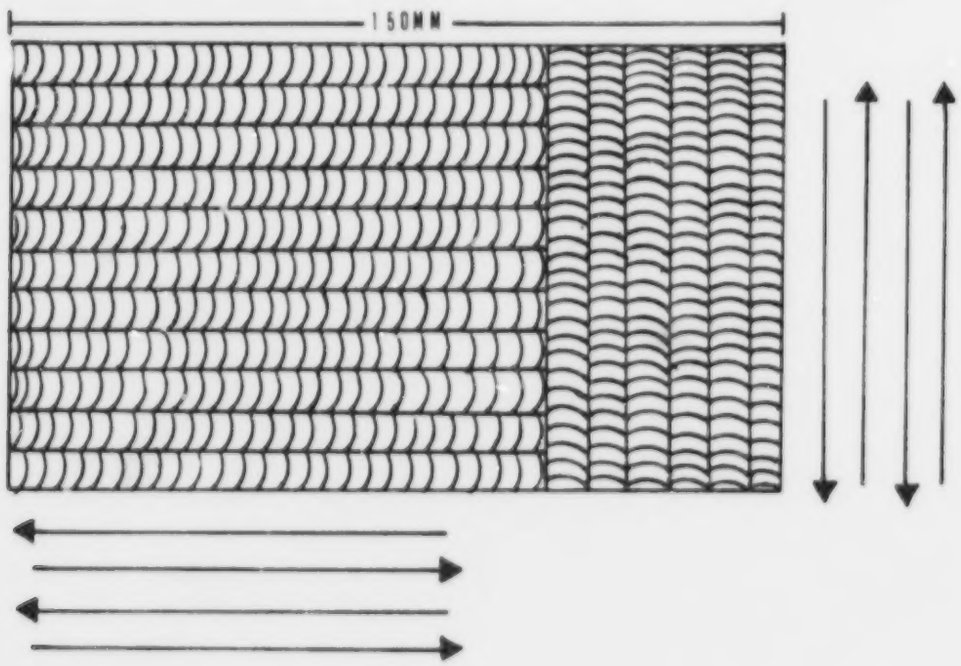
G) Continuer l'exercice selon les solutions proposées.

H) Avec cette démarche, l'élève peut voir ses progrès.

I) Le nombre de cordons est déterminé par l'habileté de chacun.

J) Les cordons doivent être rectilignes (se servir d'une règle et d'un bâton de craie au besoin).

ATELIER N°6 CORDONS DE SOUDURE RECTILIGNES



MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 150 x 100 x 5
NOMBRE DE PIÈCES	1
ÉLECTRODES	E48013
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Cordons rectilignes. 2. Fusion entre les cordons. 3. Surface plane. 4. Réamorçages sans défaut. 5. Nettoyage des soudures. 6. Sécurité au travail. 7. Épaisseur finale.

12.7 EXÉCUTER DES CORDONS DE SOUDURE EN CHANGEANT DE DIRECTION

- Exercice d'atelier -

Cet exercice permet à l'élève d'acquérir un bon contrôle de son arc en soudant à plat.

Processus opératoire:

A) Amorcer l'arc à environ 5mm d'un bord de la plaque de métal.

B) Exécuter un cordon rectiligne en respectant la marge de 5 mm.

C) À 5 mm de la fin de la plaque,changer de direction à angle droit.

D) Respecter toujours les 5 mm de marge.

E) Même opération que C).

F) Compléter le rectangle.

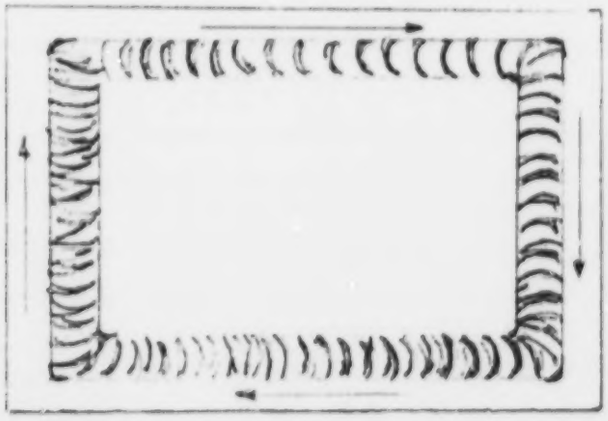
G) Garder la même vitesse tout au long de l'exécution.

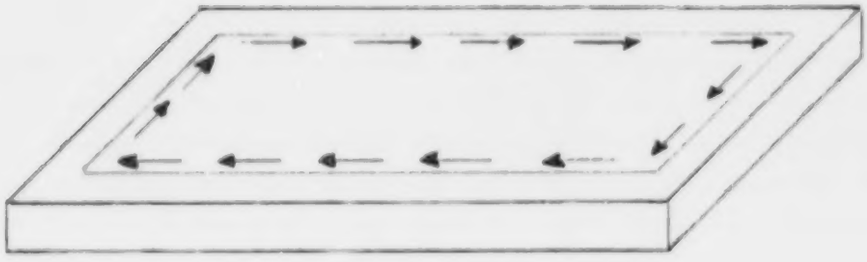
H) Le changement de direction se fait par un mouvement souple du poignet.

I) La plaque ne change pas de place pendant le soudage.

J) L'épaisseur de la pièce est en fonction du temps disponible.

ATELIER N°7 CHANGEMENT DE DIRECTION EN SOUDANT





MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 150 x 100 x 5
NOMBRE DE PIÈCES	1
ÉLECTRODES	E48013
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	4mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Changement de direction sans défaut. 2. Respect de la marge. 3. Cordons rectilignes. 4. Fusion entre les cordons. 5. Nettoyage entre les cordons. 6. Épaisseur finale. 7. Respect des règles de sécurité.

- EXERCICE - NO 20

1. On peut réussir l'amorçage de l'arc par deux méthodes.
   1.1 Première méthode: _____
   1.2 Deuxième méthode: _____

2. Quel danger doit éviter le soudeur au moment de l'amorçage? _____
   _____
   _____

3. En cas de collage de l'électrode, il faut _____
   _____

4. Quel est l'aspect d'un cordon exécuté avec un ampérage élevé? _____
   _____

5. Donner les quatre (4) règles que le soudeur doit maîtriser pour réussir ses soudures. _____
   _____
   _____
   _____
   _____
   _____

6. En quoi le son de l'arc peut-il vous aider? _____
   _____

7. Que se passe-t-il si les stries de vos soudures sont pointues? _____
   _____
   _____

8. Si je soude avec une électrode perpendiculaire, le laitier risque de _____
   _____
   _____

9. Quelles doivent être les qualités d'un réamorçage? _____

_____

_____

_____

10. À quelle électrode correspond le numéro E 48013? _____

_____

_____

11. Pourquoi l'ampérage doit-il être réglé selon le diamètre de l'électrode et le type de machine à souder? _____

_____

_____

_____

CAHIER NO 7

13. SOUDER À PLAT DES JOINTS D'ANGLE

14. SOUDER À PLAT DES JOINTS PAR RECOUVREMENT

13. SOUDER À PLAT DES JOINTS D'ANGLE

13.1 Contrôler une soudure d'angle intérieur

13.2 Souder des joints d'angle en une passe

13.3 Souder des joints d'angle en deux passes

13.4 Souder des joints d'angle en trois passes

13.5 Souder des joints d'angle sur pièce ronde

INTRODUCTION

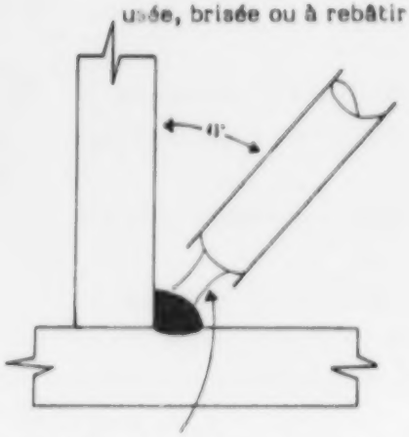
13. SOUDER A PLAT LES JOINTS D'ANGLE

Dans le soudage des joints d'angle se retrouvent le soudage des joints en angle intérieur et le soudage en angle extérieur.

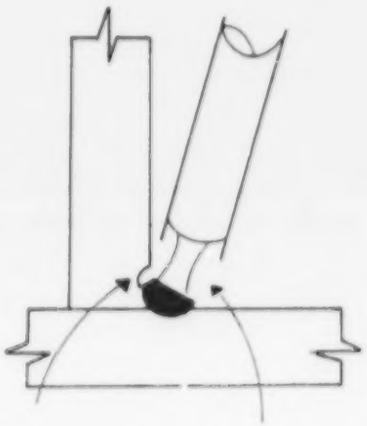
Les soudures exécutées dans ces angles peuvent, selon les besoins, comporter une ou plusieurs passes de soudure superposées.

Nous retrouvons principalement:

1. la soudure d'angle en une passe;
2. la soudure d'angle en deux passes;
3. la soudure d'angle en trois passes;
4. la soudure d'angle en plusieurs passes, selon que la pièce soudée est usée, brisée ou à rebâtir dans un but précis.



A. angle et distance normale



B. arc trop long-
angle incorrect=
formation de caniveaux.

13.1 CONTROLER UNE SOUDURE D'ANGLE INTÉRIEUR

La soudure d'angle la plus facile à maîtriser est la soudure dans une pièce formant un "V". Dans cet exercice, les notions acquises par la théorie sont indispensables pour réussir.

Processus opératoire

A- couper deux (2) pièces dans une barre carrée;

B- pointer les pièces de façon à former un (1) "X";

C- souder en respectant le même angle que pour le soudage à plat;

D- Les soudures se font en alternance, c'est-à-dire un cordon de chaque côté à la fois;

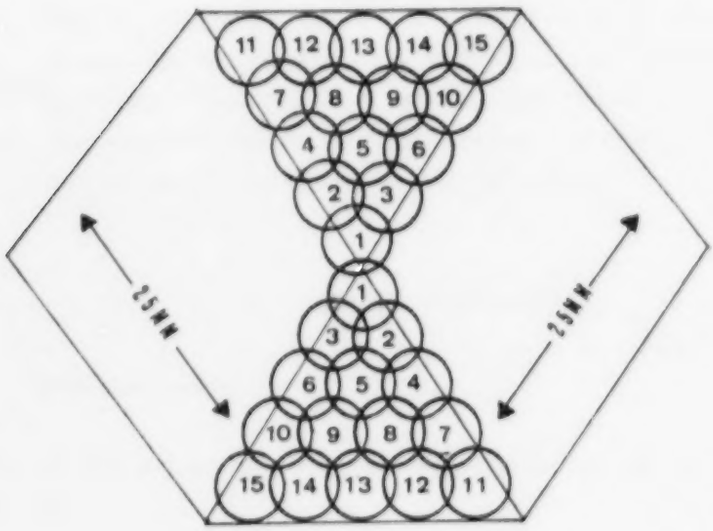
E- Il faudra faire entre 10 et 15 cordons de chaque côté pour remplir le chanfrein formé par les pièces;

F- Tous les réglages sont faits par l'élève;

G- Le nettoyage des soudures est important, les pièces seront coupées en quatre (4) sections pour vérifier la fusion entre les cordons et relever les défauts éventuels.

ATELIER N°8 — CONTRÔLE D'UNE SOUDURE D'ANGLE INTÉRIEUR.

Les six (6) premiers cordons de chaque côté avec E48013 diamètre 3,2 mm. Le reste des cordons avec E41011 diamètre 4mm.



MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 2,5 x 2,5 x 200
NOMBRE DE PIÈCES	2
ÉLECTRODES	E48013 - E41011
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm - 4mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Début et fin de soudure. 2. Défauts internes. 3. La fusion entre les cordons. 4. Le nettoyage entre les soudures. 5. Les réamorçages. 6. La sécurité au travail. 7. Le réglage de la machine à souder.

13.2 SOUDER DES JOINTS D'ANGLE INTÉRIEUR EN UNE PASSE

La plupart des soudures exécutées dans les chantiers ou dans les ateliers consistent en soudures d'angles.

Que les pièces forment un joint en "V", en "T" ou par recouvrement, il y a toujours un angle. Aussi, l'importance de bien maîtriser ce type de soudure est primordiale pour l'élève.

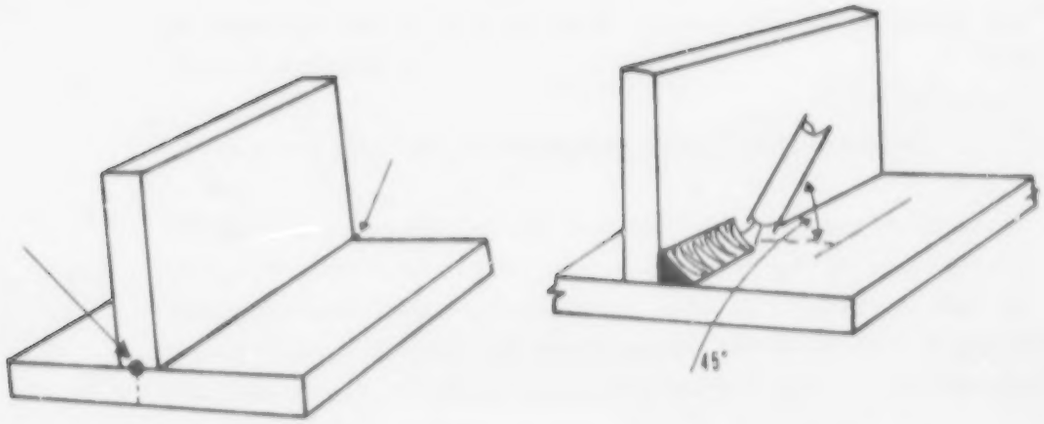
Dans le soudage d'angle en une passe, l'électrode doit être à 45° de chaque côté de l'angle afin que la fusion du métal se fasse dans le fond de l'angle. Cependant, la fusion doit être répartie de façon égale sur chaque côté de l'angle. L'angle d'avancement dans ce genre de soudure doit être environ de 30° dans le sens du soudage.

Exercice d'atelier

Processus opératoire

A) Sur un joint superposé, pointer les pièces sur un seul côté.
B) Souder l'angle formé en une seule passe en respectant l'angle d'avancement.
C) Faire une première inspection visuelle avec le professeur.
D) Briser le joint à l'aide d'un marteau pour vérifier la fusion.
E) Apporter les correctifs avec l'aide du professeur afin d'améliorer votre technique de soudage.
F) Recommencer l'exercice jusqu'à ce que la soudure soit convenable, régulière et qu'elle présente une pénétration normale.
G) La soudure se fait sur un côté afin de briser plus facilement les pièces.

ATELIER N°9 Souder un angle intérieur en une passe.



MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 200 x 100 x 5
NOMBRE DE PIÈCES	2
ÉLECTRODES	E41011
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	4mm
TEMPS DE L'EXERCICE	
ÉVALUATION	1. Pénétration de la soudure. 2. Pointage des pièces. 3. Régularité du cordon. 4. Réamorçage. 5. Sécurité au travail. 6. Nettoyage final.

13.3 SOUDER DES JOINTS D'ANGLE INTÉRIEUR EN DEUX (2) PASSES

La soudure d'angle en deux passes se fait dans un ordre bien précis.

La première passe ou soudure du fond se fait comme dans le soudage en une passe.

Souvent, dans ce genre de soudure, la passe de fond est exécutée avec un ampérage plus élevé qu'en temps normal afin de permettre une pénétration profonde.

Le nettoyage entre les deux passes doit être fait avec précision.

La seconde passe doit couvrir complètement la première passe et devrait être exécutée en un cheminement oscillatoire circulaire ou semi-circulaire; l'angle d'avancement reste le même que pour la première passe, mais l'axe de l'électrode doit être de 30° avec la plaque verticale afin de compenser la perte de chaleur due à la position des pièces de ce joint.

- Exercice d'atelier -

Processus opératoire

Après avoir réussi l'exercice à une passe de soudure, l'élève prépare ses pièces pour le soudage en deux passes.

A. Pointer les pièces en "T".

B. Exécuter le premier cordon de soudure selon les normes prévues à l'exercice précédent.

C. Nettoyer le cordon terminé à l'aide du marteau à piquer et de la brosse métallique.

D. Présenter la pièce au professeur pour évaluation.

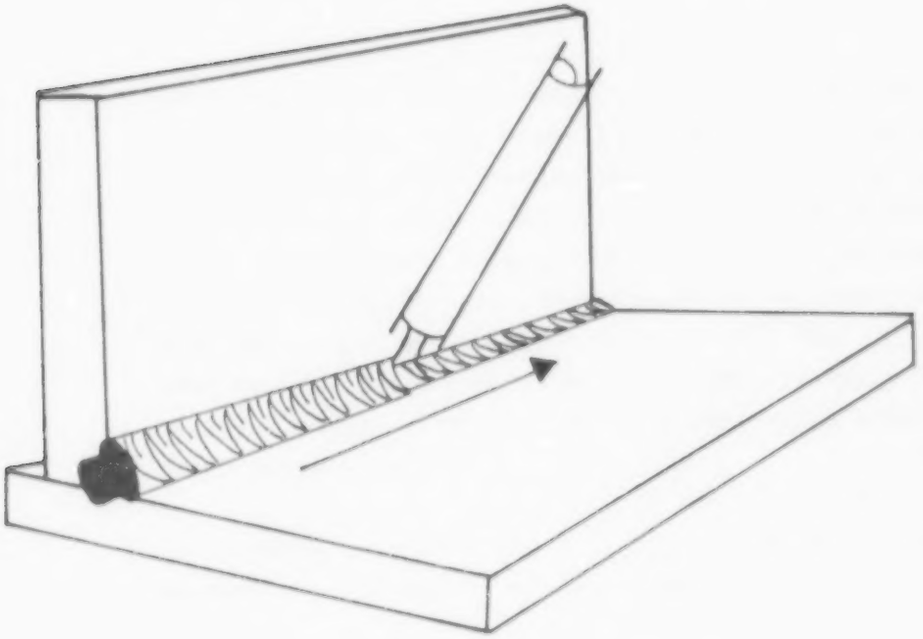
E. Exécuter la seconde passe en soudant avec un mouvement circulaire afin de couvrir complètement la première passe.

F. Souder les deux côtés de la pièce.

ATELIER N°10 — SOUDER UN ANGLE EN DEUX (2) PASSES.

le cordon du fond avec 3,2mm

le cordon final avec 4mm



MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 300 x 50 x 10
NOMBRE DE PIÈCES	2
ÉLECTRODES	E41011
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm - 4mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Régularité du 1er cordon. 2. Régularité du second cordon. 3. Réamorçage dans les deux (2) cordons. 4. Nettoyage des soudures. 5. Sécurité dans le soudage. 6. Débuts et fins du soudage.

13.4 SOUDER DES JOINTS D'ANGLE INTÉRIEUR EN 3 PASSES

La soudure d'angle intérieur en 3 passes permet d'obtenir une surface soudée plus large, plus solide, grâce à la méthode multipasses.

Cette méthode ne permet pas l'emploi d'un mouvement oscillatoire et évite aussi le surchauffage de la zone de soudage et le changement des propriétés chimiques et physiques du métal de base et du métal déposé.

La maîtrise de la première passe est d'une grande importance, elle va servir de guide aux passes subséquentes et elle va définir l'apparence finale de la soudure. Pour réussir ce type de soudure, il faut exécuter la première passe dans le fond de l'angle en gardant à l'électrode un angle de 70° dans le sens du soudage. La seconde passe s'exécute dans le fond de l'angle formé par le premier cordon et la plaque horizontale (bas) dans un angle non plus perpendiculaire comme dans la première passe mais dans un angle de 30° avec la plaque du bas. La troisième passe s'exécute dans le fond de l'angle formé par le deuxième cordon et la plaque verticale. Il faut prendre soin de régler l'angle à 40° avec la plaque verticale (haut).

Le nettoyage entre les passes est très important car il permet des soudures saines sans nitrure ni inclusion de laitier.

- Exercice d'atelier

Processus opératoire

A) Couper les pièces selon les dimensions.

B) Pointer les pièces en forme de "T".

C) Souder la première passe selon la méthode de la soudure en une passe.

D) Nettoyer le cordon pour éviter les inclusions de laitier entre les passes.

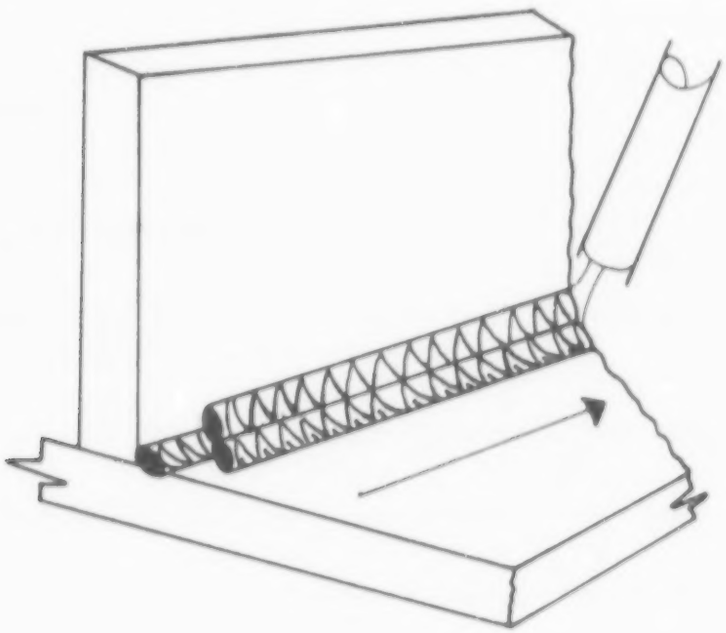
E) La seconde passe se fait dans le fond formé par le premier cordon et la plaque du bas.

F) Nettoyer la seconde passe.

G) Le troisième et dernier cordon se fait dans l'angle formé par le deuxième cordon et la plaque verticale.

H) L'ensemble, une fois, terminé doit présenter une surface unie sans défaut.

ATELIER N°11 — SOUDER UN ANGLE EN TROIS (3) PASSES.



MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 200 x 50 x 10
NOMBRE DE PIÈCES	2
ÉLECTRODES	E48018
DIAMÊTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Régularité des cordons. 2. Nettoyage entre les cordons. 3. Réamorçages. 4. Sécurité au travail. 5. Aspect final de la soudure.

13.5 SOUDER EN ANGLE SUR PIECE RONDE

Dans cet exercice l'angle de l'électrode est identique à celui de l'exercice en une seule passe de soudure.

La difficulté dans ce type de joint vient du fait que le joint, dans sa partie supérieure, présente une forme arrondie.

Plus le diamètre de la pièce ronde est petit, plus la difficulté est grande.

Processus opératoire

A) Les diamètres des pièces rondes peuvent être différents selon la disponibilité du matériel en atelier.

B) Un choix de plusieurs diamètres rend l'exercice plus attrayant.

C) Les soudures s'exécutent en deux (2) passes au maximum.

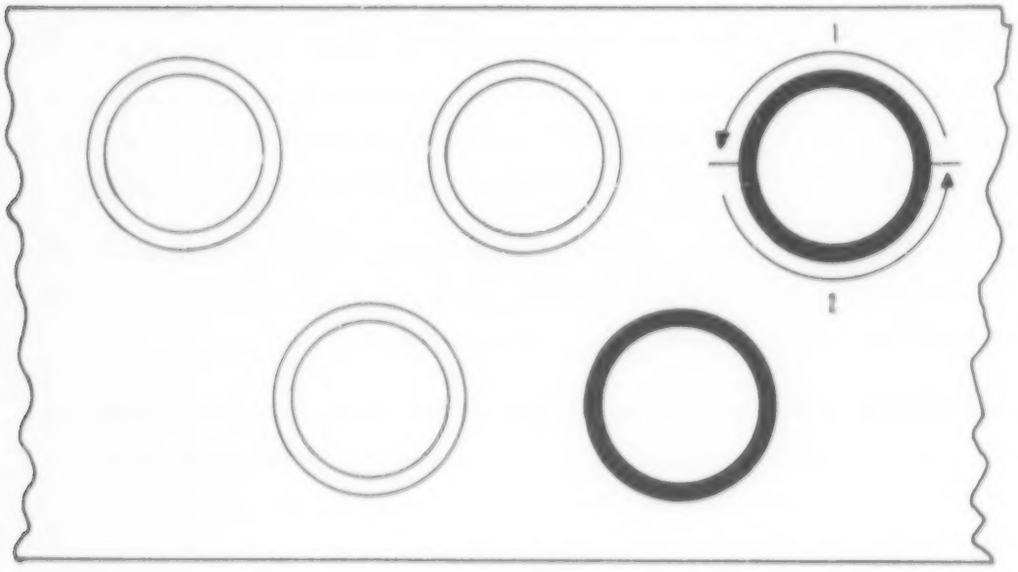
D) Le nettoyage est important pour un meilleur réamorçage.

E) Pour les élèves plus rapides, l'exercice se complète, après évaluation du professeur par des soudures en deux (2) passes et en trois (3) passes, le tout au moyen de diverses électrodes.

F) Un côté de la plaque se fait avec E48018.

G) L'autre côté se fait avec E41011.

ATELIER N°12 SOUDURE D'ANGLE SUR PIECE RONDE



MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 200 x 150 x 10 Tuyaux divers
NOMBRE DE PIÈCES	1 plaque 10 tuyaux
ÉLECTRODES	E48018 - E41011
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Régularité des cordons. 2. Angle des cordons. 3. Nombre de reprises par pièce. 4. Nettoyage final. 5. Réamorçages. 6. Sécurité.

- EXERCICE - NO 21

1° Quelles sont les soudures d'angle les plus faciles à réussir?

2° Quels sont les angles à respecter dans les soudures en une passe?

3° Pourquoi faut-il pointer les pièces chaque fois?

4° Dans certaines soudures d'angle, pourquoi la passe de fond se fait-elle avec un ampérage élevé?

5° De quelle façon s'exécute la passe finale dans une soudure en deux (2) passes?

6° Quel angle doit avoir l'électrode dans le soudage en deux (2) passes? et pourquoi?

7° Expliquer pourquoi les angles de soudage sont différents pour chaque passe dans le soudage en trois (3) passes? _____

_____

_____

8° Pourquoi le nettoyage est-il important entre les passes de soudure? _____

_____

_____

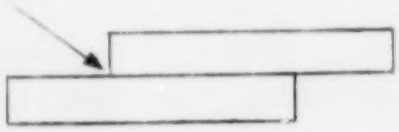
14. SOUDER À PLAT DES JOINTS PAR RECOUVREMENT

14.1 Souder des joints par recouvrement.

14. SOUDER A PLAT DES JOINTS PAR RECOUVREMENT.

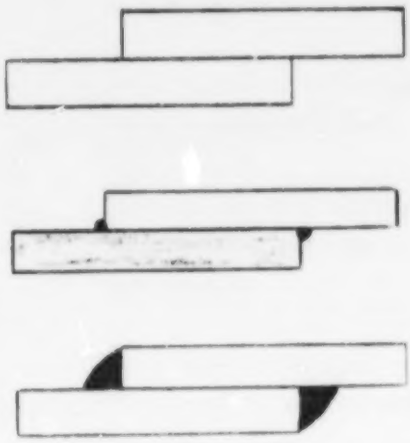
Dans ce type de joint, les pièces sont superposées et forment un angle.

Exemple: Angle à souder



Dans son exécution, cette soudure ressemble énormément à une soudure d'angle et à une soudure en "T", sauf qu'avec une soudure sur joint superposé il faut soigner la préparation des pièces puisque de cette préparation va dépendre la vitesse d'avancement de l'électrode et la qualité de la soudure.

Exemple: Une bonne préparation des pièces

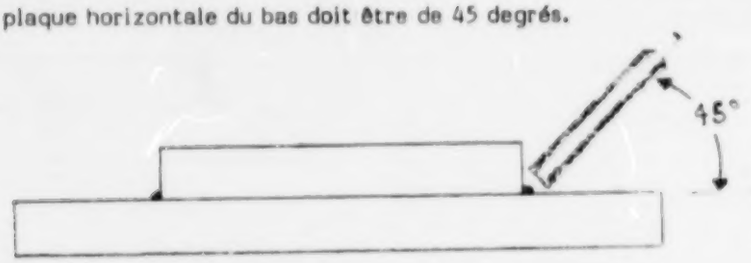


1. pièces exemptes de scories
2. pièces avec une face plane
3. pièces bien ajustées
4. pièces pointées sans espace dans le joint ainsi formé.

Un léger espacement entre les deux (2) pièces influe énormément sur le résultat final du soudage.

Souvent, en voulant faire vite, l'apprenti brûle les étapes de la préparation et les résultats obtenus sont médiocres.

Dans la soudure par recouvrement, l'angle formé par l'électrode et la plaque horizontale du bas doit être de 45 degrés.



L'angle d'avancement de l'électrode, lui, doit être environ de 60 degrés dans la direction du soudage.

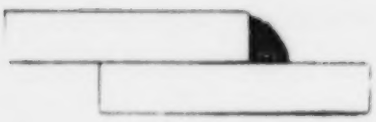
L'élève contrôle sa vitesse d'avancement en surveillant l'apparence du dépot qui se forme à l'arrière de l'électrode.

Le point important dans une soudure par recouvrement est le respect de l'arête supérieure du joint. En effet, pendant le soudage, il faut éviter de mordre l'arête supérieure de la pièce. Idéalement, le cordon de soudure doit avoir 2mm de moins d'épaisseur.

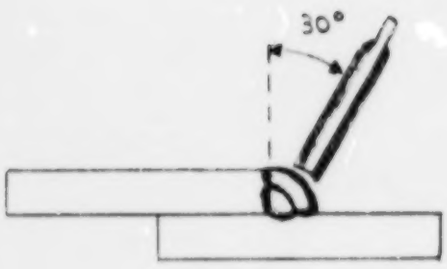
Selon l'épaisseur des pièces, les soudures par recouvrement peuvent être faites en plusieurs passes.

Dans le cas des joints avec pièces de diverses épaisseurs et selon l'électrode employée, le soudeur peut exécuter ses soudures superposées:

A) soudure en une seule passe;
B) soudure en deux (2) passes;
C) soudure en trois (3) passes;
D) soudure en plusieurs passes selon que la pièce soudée est usée, brisée ou à rebâtir dans un but précis.

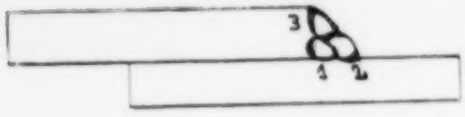


A Soudure en une seule passe avec pièce de même épaisseur



B Soudure en deux (2) passes selon l'épaisseur des pièces.

Dans la soudure en deux (2) passes, à la seconde passe, l'électrode doit être maintenue dans un angle de 30° avec la verticale; cette passe doit recouvrir complètement la première passe dans un mouvement circulaire ou oscillatoire.



C Soudure en trois (3) passes.

Dans cette soudure, la première passe se fait comme dans la soudure en une passe, la deuxième passe doit être faite dans un angle de 30° avec l'horizontale, la troisième passe doit être faite dans un angle de 30° avec la verticale.

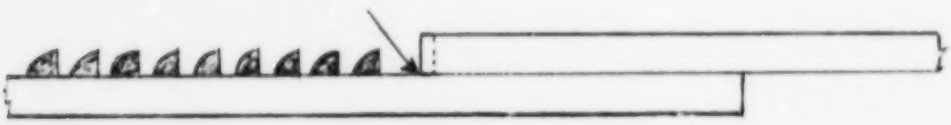
14.1 SOUDER DES JOINTS PAR RECOUVREMENT

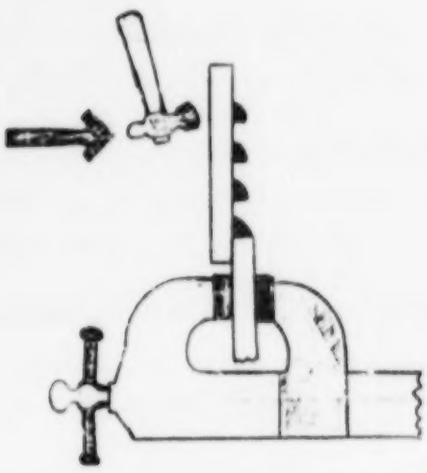
- Exercice d'atelier -

Processus opératoire:

1) Lire les informations concernant les soudures par recouvrement.
2) Ajuster les plaques.
3) Pointer d'un côté seulement.
4) Souder en une seule passe.
5) Faire une première vérification visuelle avec le professeur.
6) Briser le joint à l'aide d'un marteau et d'un étau.
7) Vérifier la pénétration de la soudure.
8) Montrer la pièce ainsi brisée au professeur.
9) Apporter les correctifs (vitesse, angle, ampérage, préparation).
10) Oxycouper et meuler la pièce du dessus.
11) Recommencer la soudure en tenant compte des correctifs.
12) Recommencer l'exercice jusqu'à ce que la soudure soit convenable, régulière et qu'elle présente une pénétration normale.
13) Une fois cette soudure réussie selon les critères du cours, exécuter d'abord l'exercice par recouvrement en deux (2) passes et ensuite en trois (3) passes selon les mêmes critères que l'exercice en une passe.
14) Une fois les divers exercices terminés, le professeur fait exécuter une pièce comportant des soudures par recouvrement à une passe, deux (2) passes et trois (3) passes.
15) Cet exercice terminal peut servir d'évaluation.
16) L'évaluation est définie selon les critères du professeur et selon le niveau de la classe.

ATELIER N°13 SOUDURES SUR JOINTS SUPERPOSÉS





MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 5 x 200 x 100
NOMBRE DE PIÈCES	2
ÉLECTRODES	E41011 - E48013 - E48018
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm - 4mm
TEMPS DE L'EXERCICE	
ÉVALUATION	

- EXERCICE - NO 22

1° Décrire une soudure par recouvrement. _____

_____

_____

2° Par quoi la vitesse d'avancement peut-elle être influencée? _____

_____

_____

3° Quel angle doit former l'électrode avec la plaque horizontale en une passe?

_____

4° Quel angle doit avoir l'électrode dans le sens de l'avancement en soudage en une seule passe? _____

_____

5° Comment le soudeur contrôle-t-il sa vitesse d'avancement? _____

_____

_____

6° Idiéalement, à quelle distance le cordon de soudure en une seule passe doit-il se trouver du bord supérieur de la plaque? _____

7° Décrire les diverses soudures superposées. _____

_____

_____

8° Par quoi est défini le diamètre de l'électrode employée en soudure superposée? _____

9° Donner deux (2) critères d'une soudure par recouvrement. _____

_____

_____

CAHIER NO 8

15. SOUDER À PLAT DES JOINTS BOUT À BOUT

16. VÉRIFIER LA QUALITÉ DES PIÈCES SOUDÉES

15. SOUDER À PLAT DES JOINTS BOUT À BOUT

15.1 Souder un joint bout à bout

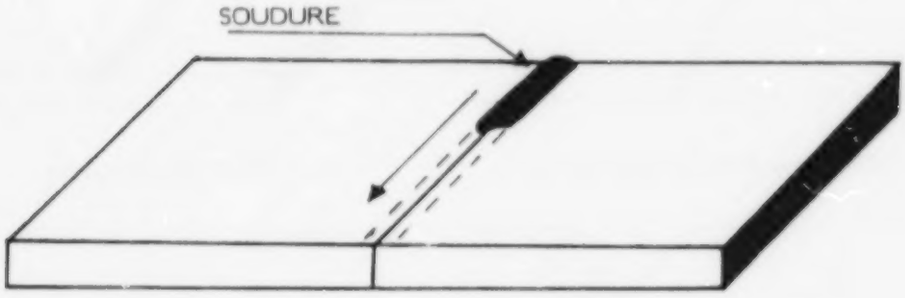
15.2 Souder un joint bout à bout avec chanfrein

15.3 Souder un joint bout à bout avec chanfrein et plaque arrière

15.4 Souder un joint bout à bout avec pénétration

15. SOUDER À PLAT DES JOINTS BOUT À BOUT

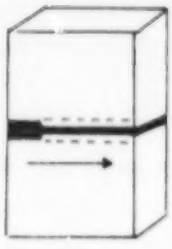
a- L'assemblage soudé bout à bout peut se traduire par le soudage de deux (2) plaques sur un même plan.



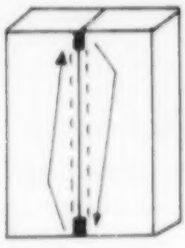
ASSEMBLAGE D'UN JOINT BOUT À BOUT

b- Le soudage peut être fait en position:
plate, horizontale, verticale ou plafond.

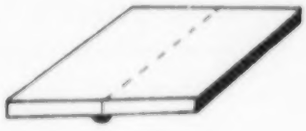
Dans tous les cas, le type de joint est identifié par la forme et les caractéristiques du joint et non pas par la position dans lequel ce joint est soudé.



joint bout à bout
position horizontale

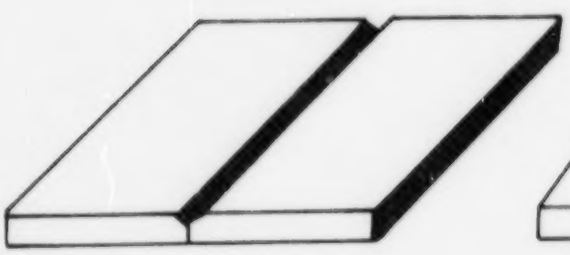


joint bout à bout
position verticale



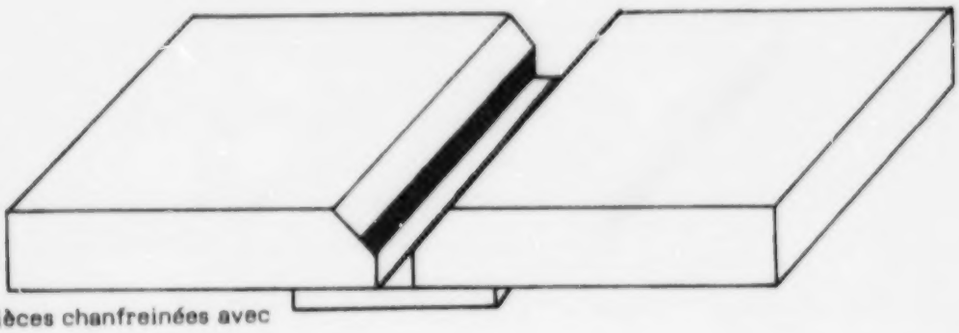
joint bout à bout
position plafond

c- Dans tous les cas, la préparation des pièces peut prendre plusieurs formes: chanfrein, espace, plaque arrière.



pièces chanfreinées

pièces chanfreinées avec espace



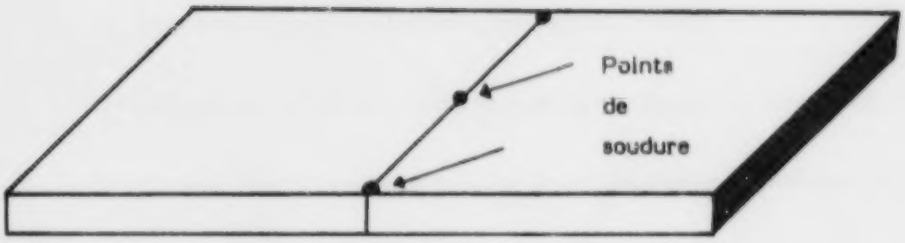
pièces chanfreinées avec espace et plaque arrière.

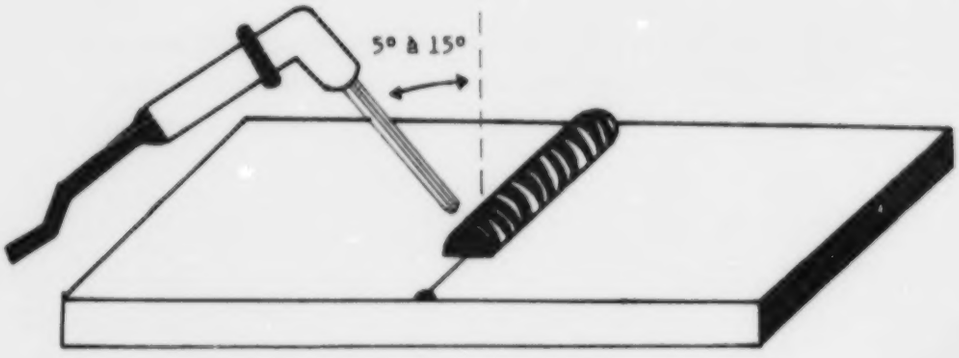
Les diverses préparations sont toujours faites en fonction d'un travail bien spécifique.

Ainsi, les chanfreins peuvent revêtir diverses formes et adopter divers angles. L'espace entre les pièces permet une pénétration régulière de la soudure. Quant à la plaque arrière ou de soutien, comme son nom l'indique, elle sert à limiter la pénétration de la soudure; dans d'autres cas, la plaque arrière sert de renfort dans la zone de soudage.

Dans chaque type de soudage et dans chaque position, l'angle de l'électrode, la vitesse d'avancement et l'ampérage varient.

En règle générale, il faut tenir l'électrode perpendiculaire au joint formé et la maintenir dans un angle d'avancement d'environ 5 à 15 degrés dans le sens du soudage.





15.1 SOUDER A PLAT UN JOINT BOUT A BOUT SIMPLE

Comme son nom l'indique, un joint bout à bout simple est un joint qui ne nécessite aucune préparation particulière de la pièce, sauf que les bords doivent être droits et sans scories (particules de métal provenant de l'oxycoupage).

- Exercice d'atelier -

Processus opératoire:

A) Préparer les pièces (coupage, meulage au besoin).

B) Pointer les pièces ensemble pour un ensemble sur un même plan.

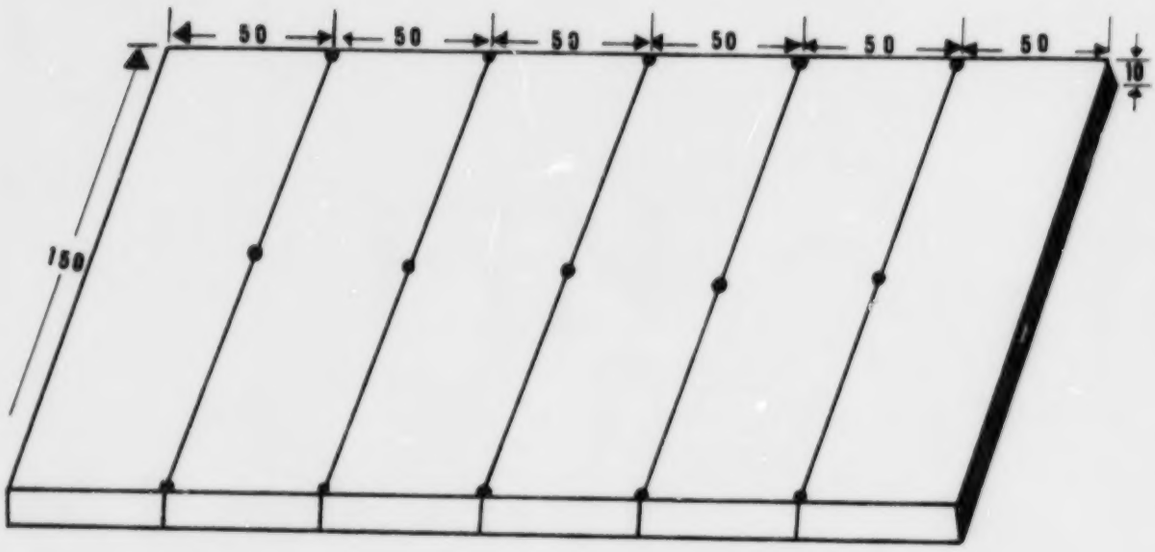
C) Choisir l'ampérage et la polarité de soudage selon le diamètre et le type d'électrode.

D) Ne pas oublier les règles de sécurité que ce soit avant, pendant ou après le soudage.

E) La soudure doit être faite en une seule passe.

F) Souder les deux (2) côtés des joints dans l'ordre suivant:
   1. Les trois (3) premiers joints avec des électrodes E48013 diamètre 4mm.
   2. Les trois (3) suivants avec des électrodes E41011 diamètre 3,2mm.
   3. Les deux (2) suivants avec des électrodes E48018 diamètre 4mm.
   4. Les deux (2) derniers avec des électrodes E48024 diamètre 5mm.

ATELIER N°14 ENSEMBLE BOUT A BOUT A PLAT



MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 150 x 50 x 10
NOMBRE DE PIÈCES	6
ÉLECTRODES	E41011 - E48013 - E48018 - E48024
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm - 4mm - 5mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

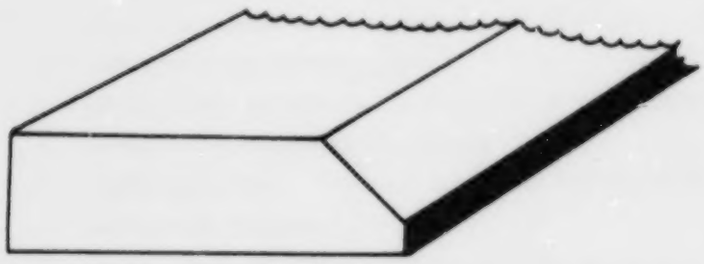
ÉVALUATION 1. Pièces sur le même plan. 2. Pointage solide. 3. Régularité des cordons (vitesse, ampérage, distance). 4. Nettoyage final. 5. Sécurité au travail.

15.2 SOUDER UN JOINT BOUT A BOUT AVEC CHANFREIN

Dans le soudage des joints bout à bout avec chanfrein, la préparation des pièces est très importante.

L'élève doit prêter une attention particulière à la préparation des pièces chanfreinées. L'angle de coupe doit être environ de 30 degrés.

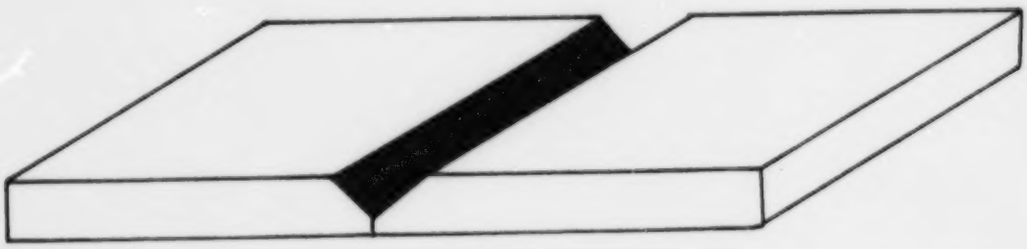
L'épaulement doit avoir une épaisseur d 3 à 4mm et se doit d'être régulier sur toute la longueur de la pièce.



Chanfrein 30°

Épaulement de 3 à 4 mm.

Aspect d'un ensemble chanfreiné

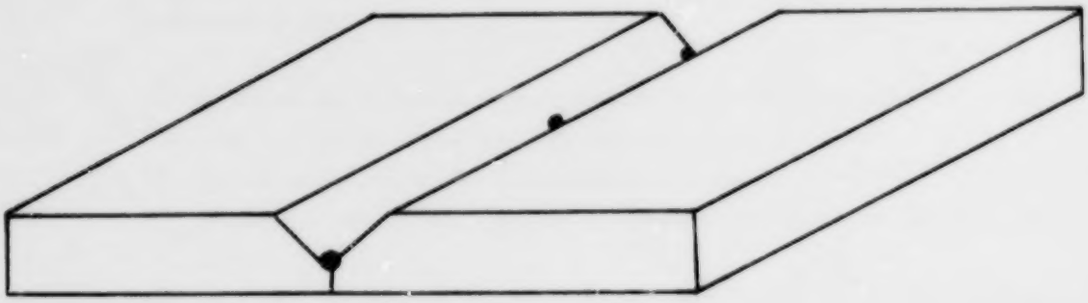


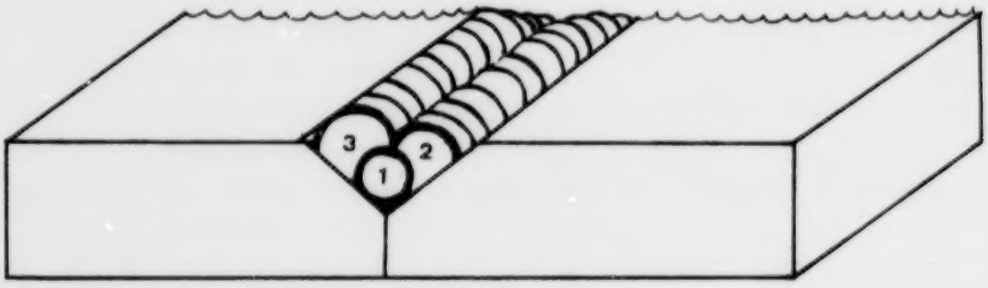
- Exercice d'atelier -

Processus opératoire:

A) Couper les pièces avec un chanfrein de 30".
B) Terminer l'épaulement à la lime.
C) Pointer les pièces sur un même plan et faire en sorte qu'elles se touchent.
D) Nettoyer les points de soudure.
E) Souder la première passe dans le fond du chanfrein.
F) Nettoyer le cordon de soudure.
G) Le deuxième cordon se fait sur un des bords choisis en dirigeant l'arc de façon à fusionner le premier cordon et la plaque.
H) Nettoyer le deuxième cordon.
I) Le troisième cordon doit terminer le joint en fusionnant le bord du 2^{e} cordon et le bord de l'autre plaque.
J) Après nettoyage, l'ensemble doit avoir une légère épaisseur de soudure exempte de défauts.
K) Le nettoyage est important dans ce genre de soudure.

ATELIER N°15 SOUDURE SUR CHANFREIN A PLAT





MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 300 x 80 x 10
NOMBRE DE PIÈCES	2
ÉLECTRODES	E48018
DIAMÊTRES DES ÉLECTRODES	4mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Chanfrein avec le bon angle. 2. Pièces sur le même plan. 3. Pointage des pièces. 4. Régularité des soudures. 5. Nettoyage des soudures. 6. Sécurité au travail.

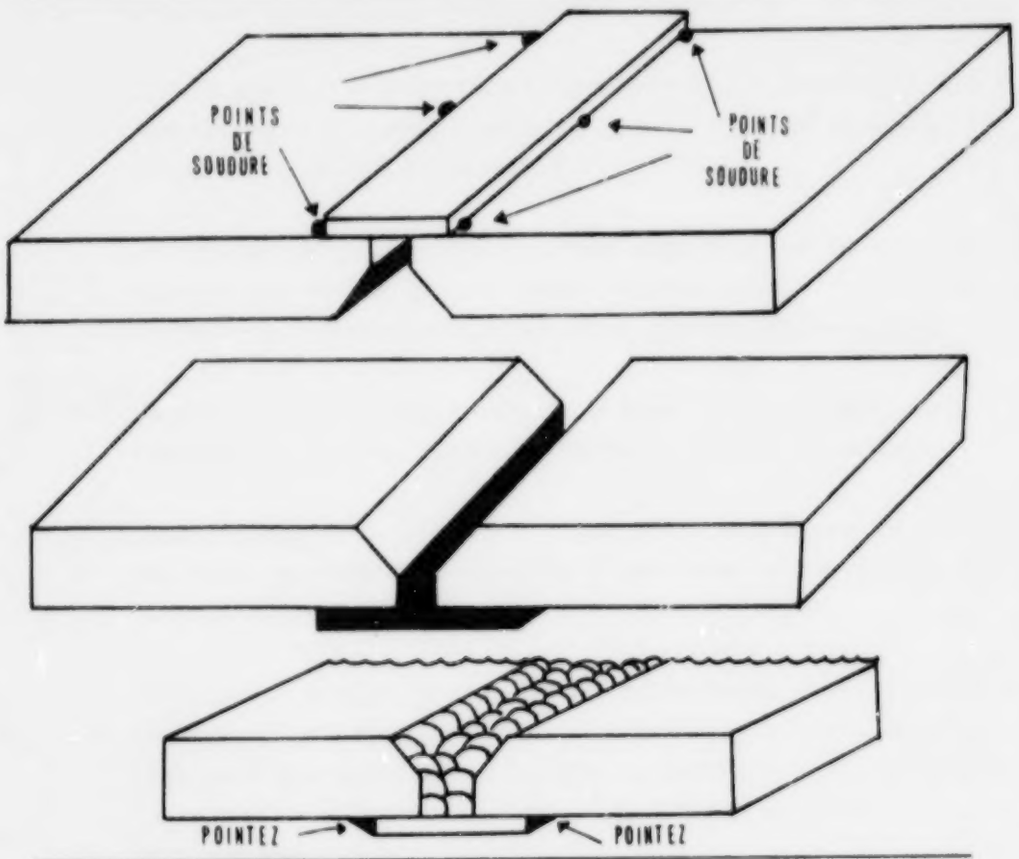
15.3 SOUDER UN JOINT BOUT A BOUT AVEC CHANFREIN ET PLAQUE ARRIERE

Processus opératoire:

Dans cet exercice, il faut préparer les pièces comme dans l'exercice 7.2 en y apportant le même soin.

A) Préparer une plaque de métal d'environ 5mm d'épaisseur, ayant la même longueur que les pièces à souder, sur une largeur de 40mm.
B) La plaque arrière doit être exempte de scories.
C) Placer les pièces chanfreinées en laissant un espace de 10mm entre elles.
D) On doit pointer la plaque arrière sur l'autre face des plaques chanfreinées en prenant soin de ne pas laisser d'espace entre la plaque arrière et les pièces chanfreinées.
E) Le soudage se fait dans cet ordre:
   1. Le premier cordon de soudure se fait dans un des angles formés par l'épaulement et la plaque arrière.
   2. Le deuxième cordon de soudure se fait dans l'autre angle formé par l'épaulement et la plaque arrière.
   3. Les autres cordons se font selon la démarche de l'exercice précédent.
F) Le nettoyage doit se faire après chaque cordon de soudure.
G) Le nombre de passes pour remplir le chanfrein dépend de chaque élève et de sa vitesse de soudage.

ATELIER N°16 SOUDURE SUR CHANFREIN ET PLAQUE ARRIERE



MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 300 x 100 x 10
NOMBRE DE PIÈCES	2 chanfreins - 1 plaque arrière
ÉLECTRODES	E41011
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	3,2mm

TEMPS DE L'EXERCICE

ÉVALUATION 1. Chanfrein avec le bon angle. 2. Pièces sur le même plan. 3. Pointage des pièces. 4. Régularité des soudures. 5. Nettoyage des soudures. 6. Sécurité au travail.

15.4 SOUDER UN JOINT BOUT A BOUT AVEC PÉNÉTRATION.

Dans cet exercice, nous retrouvons toutes les difficultés des exercices précédents avec, en plus, le contrôle de la pénétration.

Comme pour tout exercice sur pièces chanfreinées, la préparation et la précision dans le limage, l'angle et l'espace entre les épaulements contribuent largement à la réussite de la pénétration.

Le pointage des pièces est d'une grande importance. Si les points de soudure sont faibles ou insuffisants, ceux-ci risquent de modifier l'espacement entre les pièces et provoquer un dénivellement du joint.

La solidité de l'ensemble dépend de la passe de pénétration. Aussi, cette partie du soudage mérite plus d'attention pendant son exécution.

Après réglage de la machine à souder selon le diamètre de votre électrode, la pénétration s'exécute en pratiquant un mouvement dit "Par fouettement rapide" ou par un avancement rectiligne.

Dans la mise en application de ces deux (2) méthodes, il faut surveiller le trou qui se forme à l'avant de l'électrode, ce trou doit être légèrement plus grand que le diamètre de l'électrode et ce surtout au centre des deux (2) pièces. Un ampérage faible et une vitesse élevée provoquent un manque de pénétration.

Le fait que l'ampérage soit élevé et que l'avancement soit trop lent risque de provoquer un excès de pénétration.

La pénétration ne devrait pas excéder 3mm sur l'envers du joint (racine).

Souvent, la pénétration se fait à l'aide d'une électrode de faible diamètre.

Les passes suivantes peuvent être exécutées avec des électrodes de plus grand diamètre.

Finalement, le nettoyage joue lui aussi un rôle important dans ce genre de soudure. En effet, un nettoyage incomplet risque d'entraîner une mauvaise liaison entre les passes de soudure, de contribuer à des inclusions de laitier dans la partie soudée et d'engendrer des fissures à la moindre pression sur la partie soudée.

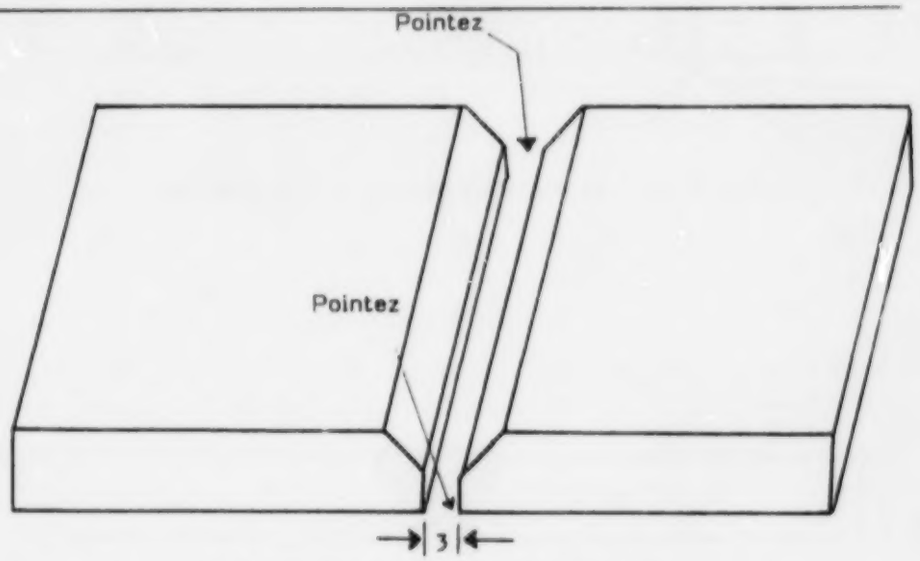
- Exercice d'atelier -

Cet exercice permet à l'élève en avance sur son programme de développer son habileté en soudure à l'arc.

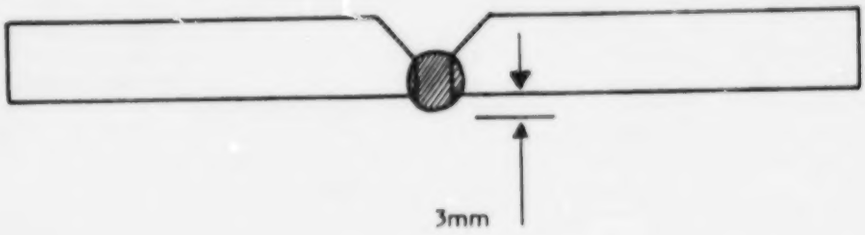
Processus opératoire:

A) Couper les pièces et chanfreiner dans un angle de 30°.
B) Limer les épaulements jusqu'à une épaisseur de 4mm.
C) Laisser un espace de 3 à 4mm entre les pièces.
D) Pointer solidement les pièces ensemble (le nombre de points de soudure dépend de la longueur de la pièce).
E) Les points doivent être solides et bien fusionnés.
F) Nettoyer les points de soudure de tout laitier.
G) Vérifier si vos pièces sont au même niveau et si l'espacement est encore normal (sinon corriger le tout).
H) Installer votre pièce de manière à ce que la pénétration ne touche pas la table de travail.
I) Régler la machine à souder.
J) Exécuter la première passe en suivant les conseils décrits plus haut.
K) Nettoyer votre pièce et la montrer au professeur.
L) Poursuivre l'exercice selon les conseils du professeur.

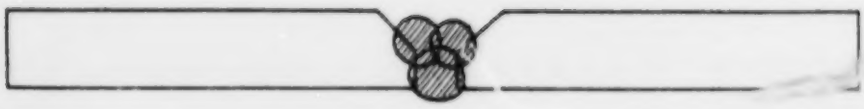
ATELIER N°17 PÉNÉTRATION SUR PIECE CHANFREINÉE A PLAT



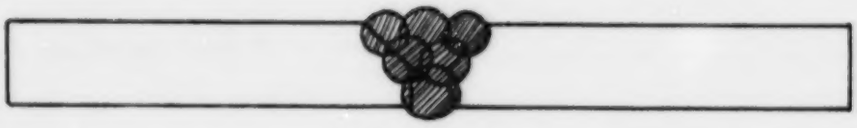
Préparation des pièces avant le soudage



Première soudure (pénétation) avec 2,5mm de diamètre (électrode).



Deuxième série de soudure avec électrode de diamètre 3,2mm



Dernière série de soudure avec électrode de diamètre 3,2mm

MÉTAL (DIMENSIONS)	ACIER DOUX DE 150 x 50 x 10
NOMBRE DE PIÈCES	2
ÉLECTRODES	E41011 - E48018
DIAMÈTRES DES ÉLECTRODES	2,5mm - 3,2mm
TEMPS DE L'EXERCICE	

ÉVALUATION 1. Pénétration du premier cordon. 2. Préparation des pièces. 3. Nettoyage entre les cordons. 4. Deuxième série de cordon. 5. Troisième série de cordon. - Régularité dans le soudage. Sécurité au travail.

- EXERCICE - NO 23

1° Définir les diverses préparations à réaliser lors de la soudure de joints bout à bout. _____

_____

2° Quel angle doit normalement avoir l'électrode dans le soudage des joints tout à bout? _____

3° Selon vous, quelle particularité devrait avoir un joint bout à bout? _____

_____

_____

4° Donner la définition d'un épaulement. _____

_____

_____

5° Quelle qualité doit avoir un épaulement? _____

_____

_____

6° Quelle méthode suit-on dans une soudure en trois (3) passes sur pièces chanfreinées. _____

_____

_____

7° Quelle distance doit-on normalement laisser entre les pièces pour réussir une bonne pénétration? _____

_____

8° Pourquoi les pièces doivent-elles être pointées solidement? _____

_____

_____

9° Quelle dimension devrait avoir la pénétration? _____

_____

10° Que se passe-t-il si l'avancement de l'électrode est rapide pendant la première passe sur pièces chanfreinées? _____

_____

_____

11° Quel mouvement faut-il faire pour exécuter la pénétration sur pièces chanfreinées? _____

_____

_____

12° Comment le soudeur peut-il contrôler la pénétration pendant le soudage?

_____

_____

_____

13° Qu'est-ce qui peut provoquer une fissure dans la soudure? _____

_____

_____

_____

14° Quelle est l'origine de cette fissure (N°13)? _____

_____

_____

_____

15° Pourquoi la solidité du joint dépend-t-elle de la première passe? _____

_____

_____

_____

16. VÉRIFIER LA QUALITÉ DES PIECES SOUDÉES.

Avant de remettre au client la pièce soudée, il reste une dernière étape à exécuter.

Cette étape est la vérification des soudures.

Dans les grosses compagnies, un personnel spécialisé assure le contrôle des soudures à l'aide de divers appareils.

Les compagnies qui fabriquent des électrodes effectuent elles aussi des contrôles afin de voir si leurs électrodes répondent aux normes officielles.

La vérification ou contrôle des soudures peut prendre plusieurs formes.

A) L'inspection visuelle pour les défauts en surface.

B) L'inspection à l'aide de machines permettant de "voir" l'intérieur des soudures à l'aide d'ondes diverses; exemple: rayon X, ultrasons, particules magnétiques et rayons gamma.

C) L'inspection où une partie de la pièce est soumise à divers essais:

1. traction;
2. résilience;
3. pliage;
4. torsion.

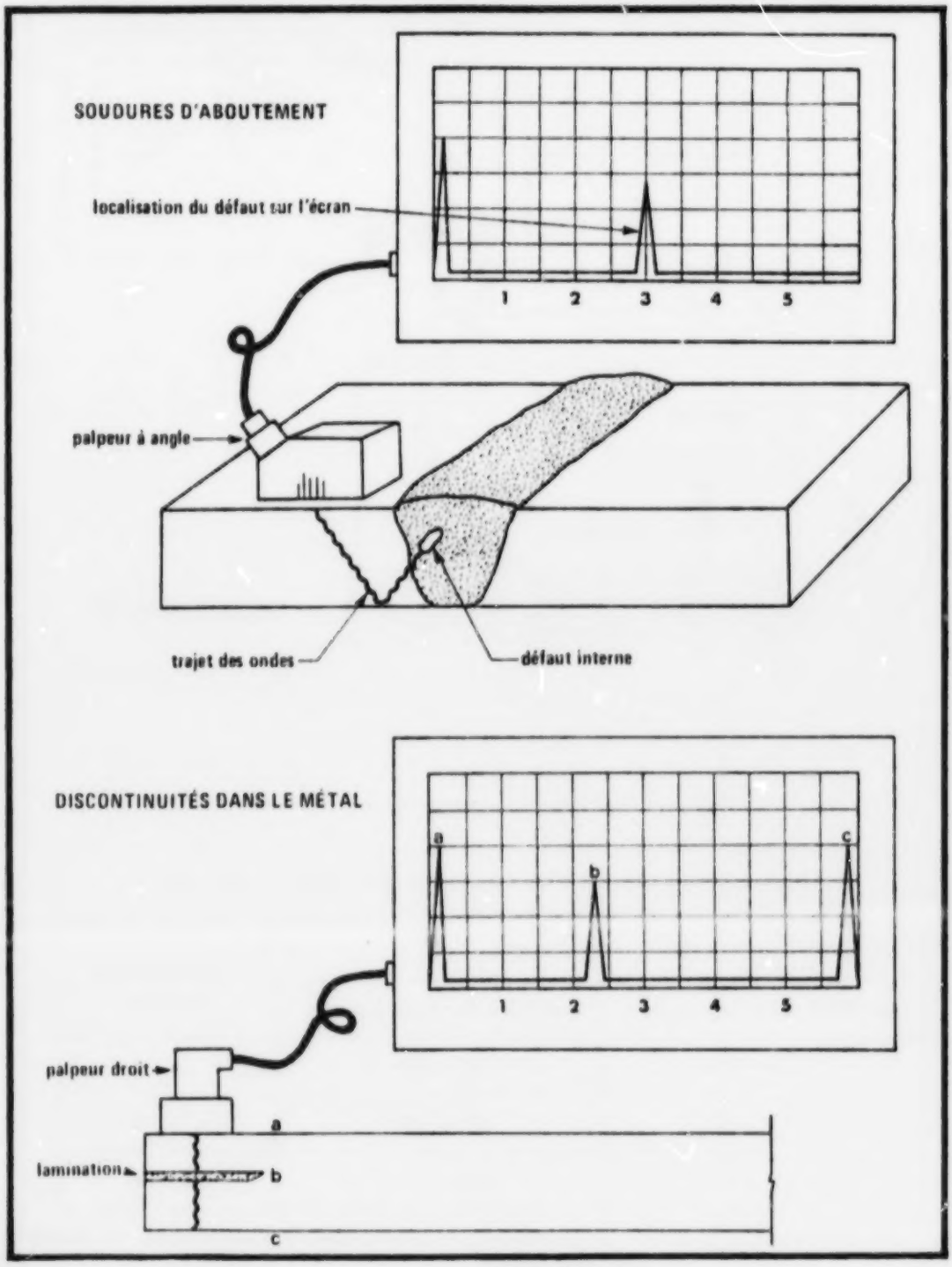
les essais par traction, résilience et pliage sont des essais dits "destructifs". En effet, les pièces soumises à de tels essais ne sont plus réutilisables mais vont permettre de poursuivre le travail comme par exemple dans une chaîne de montage ou lors de l'émission d'une carte du gouvernement par l'entremise du ministère du Travail.

Le métier d'inspecteur des ensembles soudés demande une grande connaissance de la soudure et des métaux.

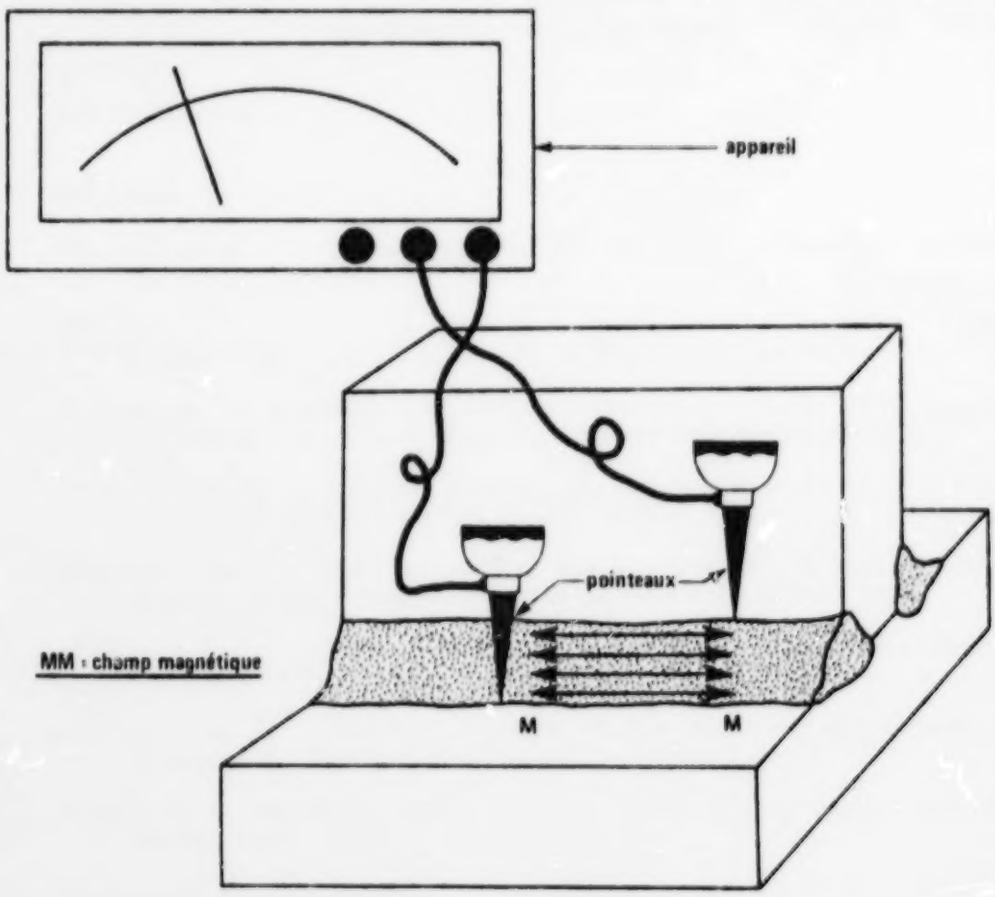
16. VÉRIFIER LA QUALITÉ DES PIÈCES SOUDÉES

Suggestions méthodologiques

L'apprentissage de cette partie se fait oralement dans un premier temps, puis, selon la disponibilité de volumes de soudure dans l'école, une recherche sur la qualité des soudures ou sur les divers moyens de contrôle peut être soumise aux élèves.


SOUDURES D'ABOUTEMENT
localisation du défaut sur l'écran
1 2 3 4 5
palpeur à angle
trajet des ondes
défaut interne
DISCONTINUITÉS DANS LE MÉTAL
a
b
c
1 2 3 4 5
palpeur droit
a
lamination
b
c

ULTRASONS



ESPACEMENTS ENTRE POINTEAUX ET INTENSITÉ DE COURANT		
ESPACEMENT (pouces)	COURANT (ampères)	
	sections inférieures à 3/4 po.	sections supérieures à 3/4 po.
2 – 4	200 – 300	300 – 400
4 – 6	300 – 400	400 – 600
6 – 8	400 – 600	600 – 800

BIBLIOGRAPHIE

VOLUMES:

PENDER, James A. - Le soudage. - Édition métrique - Montréal: McGraw Hil, 1977, - XI, 200 p.

MENDER, L. - Manuel pratique de soudage à l'arc. - 7e éd. - Paris: Bordas/Dunod, 1976. - IX, 211 p. (Coll. Manuels pratiques Dunod).

DUCROS, L. - Le soudage manuel à l'arc électrique. - Paris: Éditions J.-B. Baillière et Fils, 1971. - 280 p. (Coll. Bibliothèque professionnelle).

GRIFFIN, Yvan H. - Basic arc welding / par Pvan H. Griffin (et al). - 3e éd. - Albany, N.Y.: Delmar Publishers, 1977. - VI, 82 p.

GRIFFIN, Pvan H. - Basic arc welding; instructor's guide / par Pvan H. Griffin (et al.). - 3e éd. - Albany, N.Y.: Delmar Publishers, 1977. - 15 p.

SCHELL, Frank R. - Welding procedures electric arc. - Albany, N.Y.: Delmar Publishers, 1977. - V. 97 p.

SCHELL, Frank R. - Welding procedures electric arc; instructor's guide. - Albany, N.Y.: Delmar Publishers, 1977. j - 23 p.

PATON, B. - Electroslag welding - 2e éd. - New York: American Welding society, 1962. - 468 p.

The Lincoln electric Company - The procedure handbook of arc welding - Cleveland, Ohio: The Lincoln Electric Company, 1973.

JEFFERSON, Theodore B. - Metals and how to weld them / par Theodore B. Jefferson et Gorham Woods. - Cleveland, Ohio: James F. Lincoln arc welding foundation, 1978. - 392 p.

MANZ. A.F. - Welding power handbook. - New York: Union Carbide Corp., 1973. - 208 p.

GRATTON, Yvon - Le soudage à l'arc électrique / par Yvon Gratton et Yves Lanouette. - Québec: Éditeur officiel du Québec, 1973. - 378 p.

KUGLER, Harold L. - Arc welding lessons for school and farm shop. - Cleveland, Ohio: James F. Lincoln arc welding foundation, 1960. - 343 p.

SEFARIAN, Daniel - Métallurgie de la soudure. - Paris: Dunod, 1959. - 393 p.

FLOOD, C.R. - Welding craft practice / par C.R. Flood et N. Parkin. Oxford: Pergamon Press, 1980. - 176 p.

MICROFICHES:

ASSOCIATES EDUCATIONAL CONSULTANTS INC. - Student material for competency - based education Curriculum for welding. - Resources in Education (EIE) ED 203 018, 1980.

ALLEGHENY COUNTY COMMUNITY COLLEGE - Welding I. - Resources in Education (RIE) ED 194 130, 1979.

UNDERWOOD, Earl - Tand I - Arc Welding. Kit no 86. Instructor's manual and student learning activity guide. - Resources in Education (RIE) ED 169 375, 1978.

AUDIO-VISUEL:

QUÉBEC (PROV.) Service général des moyens d'enseignement - Le soudage à l'arc électrique. - Québec: Radio-Québec, 1974. - 57 diapositives.

HYDRO-QUÉBEC S.D.A. productions Ltée L'Électricité, 15 mm 1972.

MEAD SOUND FILMSTRIPS LTD. Toronto Canada 1981, La Soudure 1ère partie le monde de la soudure (études technologiques) 2e partie la sécurité de l'atelier de soudure.

CONSEILS D'UTILISATION DE LA DOCUMENTATION EN CLASSE

1. Choix du document

   En fonction de la leçon à donner, de l'intérêt des élèves, de la disponibilité du document.

2. Préparation

   Il n'y a pas de meilleure préparation que de voir le document:

   - analyser le contenu de celui-ci;
   - vérifier le niveau de compréhension, le vocabulaire.

3. Pré-visionnement

   - Résumer les grandes lignes.
   - Sortir les mots difficiles.
   - Prévoir les questions.
   - Utiliser le document d'accompagnement; ces brochures sont soigneusement écrites et méritent d'être exploitées.

4. Motiver la classe

   - Présenter le document en le situatn dans la démarche d'apprentissage.
   - Susciter l'intérêt des élèves.
   - Souligner les points importans à retenir.
   - Préparer les lieux, réserver le matériel, l'équipement.

5. Projection

   S'assurer avant si on peut faire l'obscurité, si les sièges sont bien placés, si l'écran est bien placé pour être bien vu, si le son est bon et le haut-parleur bien placé (près de l'écran, si possible).

6. Après la projection (évaluation)

   Discussion libre, questions-réponses, résumé, etc... Vérifier ce que les élèves ont appris; si nécessaire et si désiré par les élèves, visionner à nouveau le document. Travaux pratiques, recherches, rédaction, dessins, activités diverses.

SUGGESTIONS DIVERSES

I Élaborer le projet "environnement d'apprentissage":

Description: au début de la session, les murs de l'atelir seront décorés par le sélèves à l'aide de TABLEAUX de dimensions d'environ 60cm x 60cm. Les planches illustreront (à l'aide de dessins graphiques faits d'avance) tous les exercices pratiques contenus dans les leçons; exercices contenus dans le libre de l'élève et dessinés par un artiste. Les élèves n'auront qu'à fabriquer le "panneau" de bois ou en confier l'exécution par leurs confrères du secteur menuiserie.

Lorsque le ler excercice est terminé, on fait accroché sur le tableau la pièce la mieux réussie avec le nom de l'élève. On peut accrocher également une ou plusieurs pièces, les plaques de métal devront être préparées à l'avance, de dimensions appropriées. Celui qui a bien réussi perfore sa plaque pour l'afficher. La plaque du 2e meilleur pourrait servir à faire les tests.

L'élève participe à un aspect important de l'apprentissage: l'environnement, le milieu éducatif est enrichi à l'aide de sa participation où il y a place pour la créativité.

Objectifs visés

1. Motiver l'étudiant en lui mettant sous les yeux tous les exercices à faire.

2. Permettre à chaque élève de l'atelier de planifier (suivre) les différentes étapes d'apprentissage. Peut servir à la fin de l'année comme exposition.

3. Valoriser les étudiants en les faisant participer à la décoration de l'atelier à l'aide des tableaux.

4. Aider l'élève à saisir la notion de schéma par comparaison à l'objet réel.

5. Faciliter l'exposé du professeur.

Peut être à partir du matériel (des exercices) ainsi produits au cours de l'année, on pourrait fabriquer un diaporama ou un assemblage photo sur la soudure électrique.

Dangers, inconvénients:

Pour les faibles, ils se sentiront défavorisés, la compétition peut engendre "d'autres" problèmes. Faire attention à la présentation.

II Gaspillage des électrodes

Situation:

25 à 35% d'une électrode est perdu
par crachement (8 à 15%) et
par rejet des bouts (17%)

Objectif:

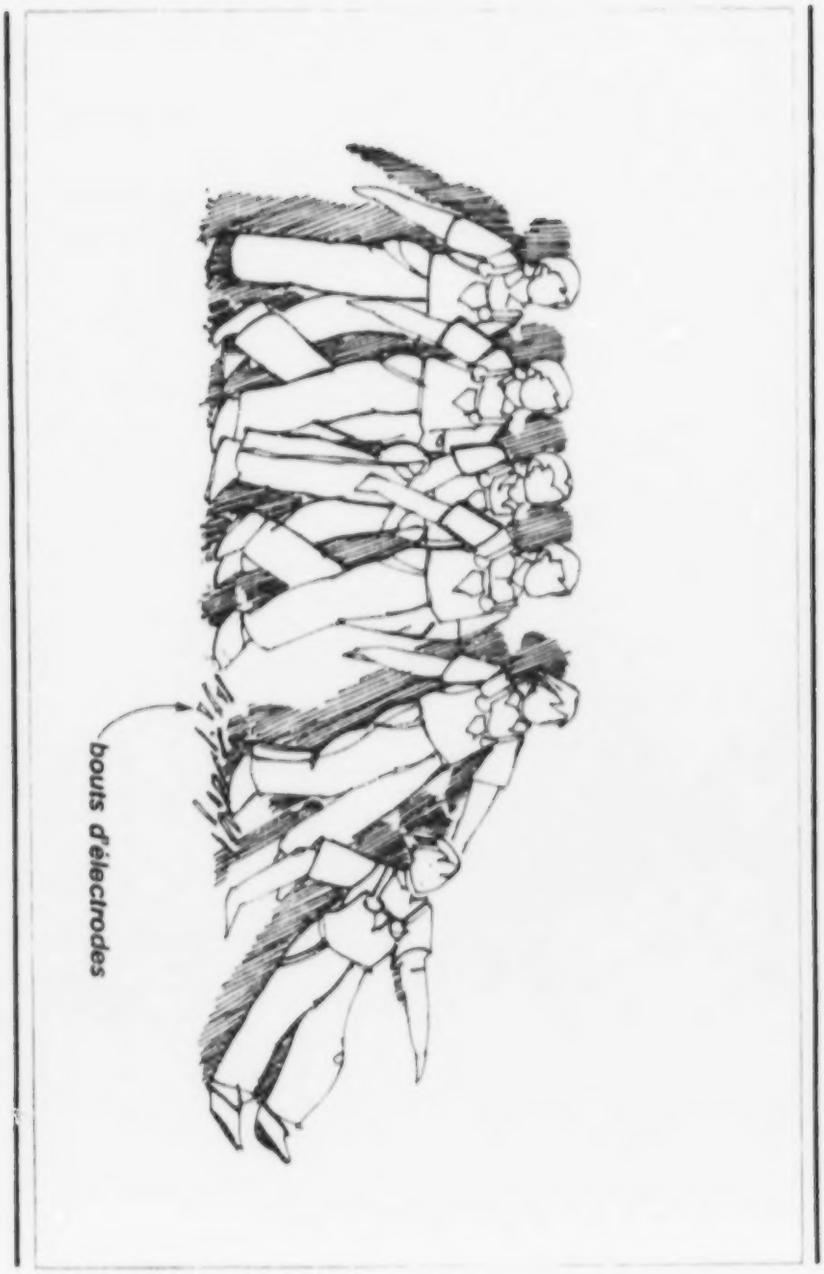
- Sensibiliser l'étudiant à une meilleure utilisation des ressources et l'éduquer à l'économie et à la sécurité.

- Favoriser la propreté des ateliers.

Moyen:

- Faire calculer par l'étudiant le coût des pertes des électrodes utilisés au cours d'une session ou d'une semaine afin de la sensibiliser à un usage rationnel des électrodes à souder.

- Faire ramasser les bouts d'électrodes jetés durant une semaine. Chaque étudiant doit remettre 5¢ par 2,5cm d'électrode jeté dépassant 40mm. Si un élève gaspille trop, on peut lui interdire de souder durant une période.


bouts d'électrodes

La sécurité et l'électricité

La série est incomplète 3 sur 5.

Veuillez consulter la revue Québec Science pour les 2 prochaines parutions si vous désirez compléter ces informations.

LA SÉCURITÉ ET L'ÉLECTRICITÉ

Les mystères de l'électricité

La sécurité et l'électricité

Série de cinq articles sur les dangers de l'électricité et les façons de s'en protéger

L'électricité nous rend des services si nombreux et si précieux que nous oublions volontiers qu'elle est une force indocile et dangereuse.

Si nous oublions facilement les dangers de l'électricité, c'est sans doute parce que nous les comprenons mal. Disons-le tout net : la plupart des gens ne savent pas très bien ce qu'est l'électricité, ni pourquoi elle est dangereuse. Les deux premiers articles de la série « La sécurité et l'électricité » visent à donner quelques notions de base sur ces questions, sans prétendre jeter toute la lumière sur un phénomène complexe, que même les savants ne comprennent pas encore parfaitement.

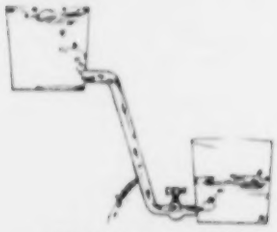
L'électricité : un mouvement

Vous êtes-vous déjà demandé pourquoi on parle de « courant » électrique ? C'est que l'électricité est d'abord un mouvement.

Comme vous le savez, tout ce qui existe est composé d'atomes. Chaque atome comprend un noyau autour duquel gravitent des électrons. Or, certains électrons sont dits « libres », c'est-à-dire que l'attraction exercée sur eux par le noyau est relativement faible. Sous l'action d'une force plus grande, ces électrons se détachent du noyau et se dirigent vers le pôle qui exerce le plus d'attraction. C'est ce mouvement d'électrons libres qu'on appelle le courant et qui produit l'énergie électrique.

Le courant électrique : des ressemblances avec l'eau

Pour faire servir le courant électrique à nos fins, nous le faisons circuler dans des fils électriques, tout comme nous faisons circuler l'eau à travers des tuyaux. Le comportement de l'eau dans les tuyaux et celui de l'électricité dans les fils ont des points communs. La comparaison entre les deux nous aidera à expliquer trois notions fondamentales en électricité : la tension, la résistance et l'intensité.



Imaginons deux réservoirs d'eau placés à des niveaux différents et reliés entre eux par un tuyau. L'eau du réservoir le plus haut se déverse dans le second avec une force qui dépend de la hauteur de la chute. Plus la différence de niveau entre les deux réservoirs est grande, plus la pression est forte.

L'électricité se présente elle aussi à des niveaux différents. Ces niveaux s'appellent des potentiels. Comme l'eau, l'électricité tend à s'écouler, dès qu'elle trouve un passage, du plus haut niveau au plus bas, du potentiel le plus élevé au potentiel le plus bas, avec une force qui dépend de la différence entre les potentiels.

Une différence de potentiel s'appelle tension et se mesure en volts. C'est la tension qui est à l'origine du courant électrique. En effet, le mouvement des électrons libres est déclenché par la différence de potentiel entre deux pôles, c'est-à-dire entre deux extrémités d'un circuit électrique.

D'aucuns résistent au passage du courant

Passons maintenant à une deuxième notion fondamentale en électricité, la résistance. Ici encore, nous pouvons faire des comparaisons avec l'eau.

Le passage de l'eau dans un tuyau ne varie pas uniquement en fonction de la différence de niveau entre deux réservoirs. La grosseur du tuyau joue aussi un rôle : plus il est gros, moins il offre de résistance au passage de l'eau et plus l'eau s'écoule facilement.

En électricité, ce n'est pas seulement la grosseur des fils qui détermine leur résistance au passage du courant, mais aussi leur longueur et surtout la matière dont ils sont faits. La plupart des métaux, notamment le cuivre et l'aluminium, offrent peu de résistance au passage du courant. Ce sont de bons conducteurs. Au contraire, d'autres matières, comme le caoutchouc et la porcelaine, présentent une grande résistance au passage du courant. Ce sont des isolants. **En électricité, la résistance se mesure en ohms.**

L'intensité, « débit » de l'électricité

La troisième notion fondamentale pour comprendre les dangers de l'électricité, c'est l'intensité.

On peut comparer l'intensité du courant électrique au débit de l'eau. Plus la pression de l'eau est forte et plus la résistance liée à la grosseur du tuyau est faible, plus la quantité d'eau qui coule en un point donné en une seconde est grande.

De la même façon, plus la tension est élevée et plus la résistance des conducteurs est faible, plus la quantité de courant qui passe en un point donné en une seconde est grande. On appelle cette quantité l'intensité du courant.

L'intensité se mesure en ampères. On peut la calculer en établissant le rapport entre la tension et la résistance, selon la formule appelée loi d'Ohm :

$$\text{Intensité} = \frac{\text{Tension}}{\text{Résistance}}$$

Il est particulièrement important de connaître l'intensité d'un courant puisque c'est l'un des principaux facteurs qui déterminent la gravité d'un choc électrique.

Le choc ! Absorbé par les notions complexes sur lesquelles nous venons de lever un peu le voile, peut-être étiez-vous en train d'oublier que l'électricité est dangereuse.

Revenons à nos réservoirs d'eau. Que se passe-t-il s'il y a un trou dans le tuyau ? L'eau s'échappe, bien sûr, et si vous êtes sur son chemin, il en coulera sur vous et vous serez mouillé. Désagréable, mais pas tragique. Se retrouver sur le chemin de l'électricité, par contre, c'est beaucoup plus risqué.

Si vous entrez en contact avec un objet sous tension, c'est-à-dire un objet dans lequel circule du courant, une partie de ce courant peut quitter son circuit habituel et passer par votre corps. Subir un choc, c'est précisément cela : servir de chemin à l'électricité. Cela est possible parce que le corps humain est assez bon conducteur pour l'électricité. Le malheur, c'est qu'il n'est pas construit de manière à pouvoir subir sans dommages le passage d'un courant important.

Les chocs ne sont pas tous mortels ; dans certains cas, ils semblent inoffensifs. Mais la gravité de leurs effets dépend de tant de facteurs complexes, variables et difficiles à évaluer qu'il est beaucoup plus sage de toujours se méfier. L'électricité est une force utile, mais dangereuse ! Dans notre prochain article, nous verrons plus en détail comment se produisent les chocs électriques et quels effets ils peuvent avoir sur le corps humain.

Hydro-Québec

Les chocs électriques

2.

Série de cinq articles sur les dangers de l'électricité et les façons de s'en protéger

Après avoir exposé quelques notions fondamentales (voir «Les mystères de l'électricité», numéro précédent), nous allons maintenant parler des chocs électriques : ce qu'ils sont, ce qu'ils peuvent vous faire et comment on peut secourir la victime d'un choc.

Qu'est-ce qu'un choc ?

Le courant électrique circule entre les deux extrémités d'un circuit. Si l'on interpose un élément conducteur entre ces deux extrémités, une partie du courant passe par cet élément. C'est ce qui se produit lors qu'on branche un appareil électrique. Le courant qui y passe fait fonctionner l'appareil et nous procure chaleur, lumière, pain grillé ou autres bonnes choses !

Mais il peut arriver que *vous* vous interposiez accidentellement dans un circuit électrique. Une partie du courant risque alors de vous traverser le corps. On dira que vous avez subi un choc électrique. Prendre un choc, c'est donc servir de chemin à l'électricité.

On n'en meurt pas toujours, mais...

Le passage du courant dans le corps entraîne des réactions de gravité variable.

Il peut s'agir d'une simple secousse, plus ou moins forte et localisée, qui s'atténue plus ou moins rapidement. C'est le choc léger, à peine senti.

Les chocs plus violents provoquent une contraction musculaire involontaire. Vous risquez d'être projeté à terre, avec toutes les conséquences qu'une mauvaise chute peut entraîner. Pire encore, vous pouvez rester «collé» à la source du courant comme le bricoleur incapable de lâcher l'outil défectueux qui lui fait prendre un choc. Dans les deux cas, vous pouvez subir des brûlures importantes et le risque de mort est très élevé.

En effet, le passage du courant dans votre corps peut provoquer *l'arrêt respiratoire ou l'arrêt cardiaque, phénomènes qui empêchent l'oxygénation du cerveau*. Or, le manque d'oxygène au cerveau entraîne en quelques minutes des lésions irréversibles, suivies de la mort.

Bien sûr, les chocs électriques ne sont pas tous mortels. Vous pourriez en être quitte pour des brûlures. Il s'en produit dans 80 % des accidents dus à l'électricité. À première vue, les brûlures électriques ressemblent à des brûlures ordinaires peu étendues. Ce qui les rend particulièrement dangereuses, c'est qu'elles s'accompagnent toujours de dommages internes considérables, difficiles à diagnostiquer et à soigner, et qui entraînent parfois l'amputation d'un bras ou d'une jambe.

Qu'est-ce qui fait qu'un choc est plus ou moins grave ?

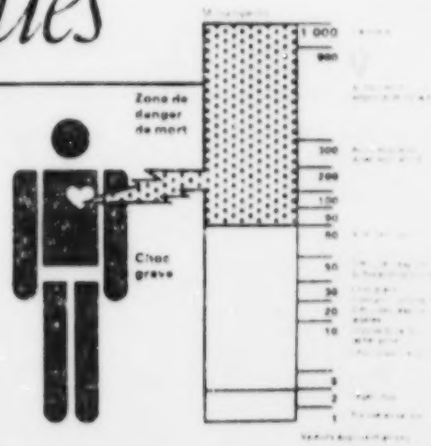
La gravité des blessures causées par les chocs électriques dépend principalement de l'intensité du courant et de la durée du contact.

L'intensité du courant varie en fonction de la tension du circuit électrique, et de la résistance du corps. Plus la tension est élevée et plus la résistance du corps est faible, plus la quantité d'électricité qui traverse le corps est grande.

Or, la «dose mortelle» de courant est généralement estimée à 80 milliampères, 80 millièmes d'un ampère. C'est très peu : dix fois moins que ce qu'il faut pour allumer une ampoule de 100 watts. Une intensité aussi faible que 30 milliampères peut déjà entraîner un accident mortel, si on y est exposé pendant 3 minutes ou plus.

Quant à la résistance du corps, elle dépend de nombreux facteurs, notamment l'épaisseur de la peau et son degré d'humidité. Mains moites, corps mouillé, pieds dans l'eau ... autant de circonstances qui abaissent la résistance du corps et aggravent le choc.

La forme et la fréquence du courant, ainsi que son trajet dans l'organisme, ont également une influence sur la gravité d'un choc.



Comment secourir la victime d'un choc électrique ?

Vérifiez d'abord si la personne est encore en contact avec la source de courant. Si c'est le cas, *il faut absolument couper le courant avant de toucher la victime*. Si vous ne pouvez pas couper le courant, ne faites rien, car vous risqueriez de subir vous-même un choc. Assurez-vous que quelqu'un appelle la police ou les ambulanciers.

Si la victime n'est plus en contact avec le courant, ou si vous avez réussi à le couper, vous pouvez tenter d'apporter quelques soins en attendant l'arrivée des secours.

Dans tous les cas de mort apparente ou de difficultés respiratoires, il faut agir le plus rapidement possible. *Chaque seconde compte*. Si vous savez comment faire, appliquez la technique de réanimation cardiorespiratoire. Sinon, pratiquez la respiration artificielle «bouche-à-bouche». Ne vous découragez pas trop vite : votre persévérance peut sauver une vie.

Si l'accidenté est sans connaissance mais respire normalement, contentez-vous de le coucher sur le côté et de surveiller son état. S'il a subi un choc nerveux, rassurez-le et tenez-le au chaud, sans lui appliquer directement de chaleur. Desserrez ses vêtements autour du cou, de la poitrine et de la taille. Ne lui donnez rien à manger ni à boire, *surtout pas d'alcool*.

Quant aux brûlures, il faut éviter d'y toucher, pour ne pas augmenter le risque d'infection. N'appliquez ni crèmes, ni onguents, ni corps gras, et n'essayez pas d'enlever les vêtements brûlés. La meilleure chose à faire en attendant les secours est de couvrir les parties brûlées d'un linge propre, mouillé d'eau froide. L'eau froide abaisse la température de la peau brûlée et soulage la douleur. N'oubliez pas que le courant *traverse* le corps. Il y aura donc des brûlures visibles aux points d'entrée et de sortie du courant.

Le choc électrique est un phénomène extrêmement dangereux, où le risque de mort ou de blessures graves n'est jamais négligeable. Mieux vaut prévenir que guérir. Dans notre prochain article, nous verrons quelles sont les situations les plus dangereuses et comment se protéger.

Hydro-Québec

Où résident les dangers d'origine électrique ?

3.

Série de cinq articles sur les dangers de l'électricité et les façons de s'en protéger

C'est souvent l'ignorance pure et simple qui est à l'origine des accidents liés à l'électricité et aux installations électriques. Car l'ignorance engendre l'insouciance, voire la témérité. Il faut ajouter qu'à la longue, les installations électriques nous sont devenues si familières qu'elles en viennent à «faire partie du décor» et qu'elles cessent de nous impressionner.

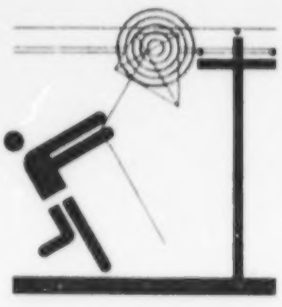
Dans les deux premiers articles de la série «La sécurité et l'électricité», nous avons acquis de bonnes notions de base concernant le comportement de l'électricité et ses effets sur le corps humain. Armés de ces connaissances, nous sommes beaucoup mieux en mesure d'évaluer les situations qui peuvent comporter des dangers de nature électrique.

Nous nous attarderons surtout à décrire les situations qui mettent en cause les installations aériennes du réseau de distribution. La raison en est simple : ces installations – omniprésentes dans les rues, les ruelles et les arrière-cours de la plupart de nos villes – sont à l'origine d'un nombre élevé de chocs électriques, et il faut savoir s'en méfier.

Bricoleurs, sachez bricoler en sécurité

Il faut aussi se méfier tout particulièrement des objets mis accidentellement sous tension. Ce risque est le plus sournois de tous, puisque des objets habituellement inoffensifs peuvent devenir mortels à notre insu. Attention à la clôture sur laquelle un conducteur est tombé, à l'échelle qui heurte les conducteurs, à l'outil électrique dont l'isolation fait défaut.

Ces remarques s'adressent spécialement aux bricoleurs, car au Québec, ce sont eux qui font les frais de la majorité des accidents d'origine électrique. Notamment, l'élagage ou l'abattage des arbres comporte de tels risques qu'il a été décidé de lui consacrer entièrement le prochain article de la série. Mais l'utilisation d'échelles et l'installation d'antennes se disputent la deuxième place.



Une échelle qui entre en contact avec des conducteurs sous tension est elle-même mise sous tension. Dès que vous touchez l'échelle, vous faites partie du circuit et vous subissez un choc électrique.

Le danger est particulièrement grand si l'échelle est de métal, mais il faut aussi se méfier des échelles de bois, surtout si le bois est humide. À noter d'ailleurs que les échelles de bois sont souvent renforcées d'une structure de métal.

Dans l'installation d'une antenne, le danger est multiplié, du fait de la proximité des conducteurs de branchement qui alimentent votre habitation. Lorsque vous manipulez une antenne de métal, lourde et encombrante, il suffit d'une fausse manoeuvre de votre part ou d'un léger coup de vent pour qu'elle entre en contact avec les conducteurs. Dès ce moment, vous offrez au courant un chemin tout tracé vers le sol. Les chocs subis dans ces circonstances sont souvent mortels.

Il y a d'autres situations où le risque est également très grand. Le nettoyage de la piscine à l'aide d'une écumoire en est une et l'arrosage en est une autre. Dans ces circonstances, il faut se rappeler que l'eau et l'électricité ne font pas bon ménage.

Encore un conseil : évitez de grimper aux poteaux ou aux pylônes d'Hydro-Québec. Qu'on le fasse par bravade ou par une prétendue nécessité, le jeu n'en vaut pas la chandelle. Il est d'ailleurs interdit de grimper à un poteau électrique pour installer une corde à linge ou pour poser une affiche. Quant aux animaux qui se réfugient dans les poteaux, ils retrouveront par leurs propres moyens le plancher des vaches.

Pour profiter au mieux de vos loisirs

Les moments de loisirs, le jeu, les sports cachent d'autres dangers, faciles à éviter toutefois si l'on garde à l'esprit les principes du comportement de l'électricité. Il est facile d'imaginer les risques inhérents à certaines activités, si on les exerce près d'une ligne à moyenne ou à haute tension :

- la ficelle d'un cerf-volant ou d'un avion miniature peut entrer en contact avec un conducteur ;
- le mât d'un voilier peut heurter un conducteur et mettre le voilier tout entier sous tension ;
- un parachute ou un deltaplane peut s'empêtrer dans les conducteurs.

Ce ne sont que quelques exemples parmi d'autres. Du reste, n'allez pas croire que seules les lignes à moyenne ou à haute tension vous exposent à des risques d'électrocution. Combien de fois a-t-on entendu le refrain «Aucun danger, ce n'est que du 120 volts» ? Rien n'est plus faux. Les circuits domestiques donnent lieu à de nombreux accidents. Toutefois, dans la grande majorité des cas, il est très facile de les éviter : on n'a qu'à suivre les conseils qui figureront dans le cinquième et dernier article de la série, portant sur les mesures de prévention.

Quant au quatrième article, il traite en détail, comme nous l'avons mentionné plus haut, de l'une des causes principales des accidents d'origine électrique : l'élagage des arbres. Vous croyez n'avoir rien à apprendre sur le sujet ? Allez-y voir, vous serez sans doute étonné.

Hydro-Québec

Le soudage

Ce lexique, qui ne comprend que des termes complexes ou difficiles, a été préparé pour Le Québec Industriel par la société Air Liquide Canada Ltée grâce à l'obligeance de M. Bernard Dubé, traducteur de cette compagnie.

— A —

AC/DC welding machine — poste de soudage à courants alternatif ou continu
Acetylene-in-air flame — flamme air-acétylène
Air cooled torch — torche refroidie à l'air
Air pocket (in a weld) — soufflure
All position electrode — électrode toutes positions
Alumina nozzle — buse en alumine
Amperage — ampérage, intensité
Annealed tensile strength — charge de rupture après recuit
Annealing — recuit
Arc burn — brûlure causée par les rayons de l'arc
Arc length — longueur d'arc
Arc stability — stabilité de l'arc
Arc starting, striking — amorçage de l'arc
As welded — brut de soudage
Atmospheric contamination — contamination par l'atmosphère
Atomic-hydrogen welding — soudage à l'hydrogène atomique
Automatic welding — soudage automatique

— B —

Back of a weld — endos, envers, verso d'une soudure
Backstep welding — soudage à pas de pèlerin
Backup bar — latte de support
Bare part of electrode — partie non enrobée de l'électrode
Bare wire — fil (électrode) nu
Bead, (weld) — voir weld bead
Blowpipe (argot; ancien) — chalumeau
Booth, welding — cabine de soudage
Braze weld — soudo-brasure
Bright annealing — recuit brillant
Brittle weld — soudure fragile
Bronze surfacing — rechargement, surfaçage au bronze
Buckling — déformation
Buildup — rechargement, sous-couche
Buildup (excessive) — surépaisseur, surcharge, surplus
Burn-through — défonçage
Butt joint, weld — joint, soudure bord à bord, bout à bout
Buttering — beurrage

— C —

C clamp — serre-joint
CV welded, power source (CV: constant voltage) — poste de soudage à voltage, à tension constant(e)
Cable connection — cosse de câble
Calcium carbide — carbure de calcium
Carbon-arc torch — porte-electrode de carbone
Carbon arc welding — soudage à l'arc avec électrode de carbone
Carbon block, plate — block, plaque de graphite
Carbon electrode — electrode de carbone
Carburizing flamt — flamme carburante
Centre guide — guide-fil du centre
Ceramic nozzle — buse en céramique
Chipping goggles — lunettes protectrices pour piquage
Chrome plating — chromage
Chrome plated — chromé
Circle cutter — compas pour chalumeau
Clamp plate — bloc de serrage
Clamping screw — vis de blocage
Clear plate — plaquette protectrice claire
Close arc — arc très court
Coating — enrobage
Cold welding — soudage à froid
Color code — code couleur
Coloured lens — verre filtrant
Compression, resistance to — résistance à la compression
Concave fillet weld — soudure d'angle concave
Cone, inner — dard
Cone, outer — panache
Connecting inlet — raccord d'entrée
Connecting outlet — raccord de sortie
Connector — cosse (sur un câble électrique) raccord (sur une tuyauterie)
Constant gas flow — débit constant de gaz
Constant voltage power source, welded — poste de soudage à voltage, à tension constant(e)
Consumables — pièces, articles, produits, biens de consommation

Contact tube — tube de contact
Control console — coffret de commande
Control panel — tableau, panneau de contrôle
Convex fillet weld — soudure d'angle convexe
Copper coating — enrobage de cuivre
Copper electrode — électrode de cuivre
Core wire — âme
Corner joint — joint en coin
Corner of a joint — coin du joint, encoignure
Cover plate — plaquette protectrice claire
Crack — fissure
Cracking — fissuration
Cracking (argot) — soufflage, nettoyage
Crackling sound — grésillement
Current-carrying-conductor — conducteur
Current range switch — sélecteur de gammes de courant
Current receptacle — prise de courant
Current switch — interrupteur
Cutting attachment — accessoires coupeurs
Cutting chart — tableau des paramètres de coupe
Cutting jet — jet de coupe
Cutting, oxy-acetylene — coupage oxyacétylénique, oxycoupage à l'acétylène
Cutting oxygen — oxygène de coupe
Cutting oxygen hole — orifice d'oxygène de coupe
Cutting oxygen lever — levier d'oxygène de coupe
Cutting oxygen valve — robinet d'oxygène de coupe
Cutting pressure — pression de coupe
Cutting speed — vitesse d'avance
Cylinder, (gas) — bouteille (de gaz)
Cylinder truck — chariot pour bouteille

— D —

DC reverse polarity — courant continu à polarité inversée
DC straight polarity — courant continu à polarité normale
DC welding machine, power source, welder — poste de soudage à courant continu
DCRP — voir DC reverse polarity
DCSP — voir DC straight polarity
Deoxidiser — désoxydant
Deposited metal — métal déposé
Descaling — décapage à la flamme
Direct current welding — soudage en courant continu
Direction of cut — sens de la coupe
Direction of welding — sens du soudage
Dissolved acetylene — acétylène dissous
Distortion — déformation
Double bevel — chanfrein double
Double butt weld — soudure bord à bord, bout à bout double
Double-vee butt joint — joint (à bords) chanfreinés(s) en X
Double-vee edge preparation — bords chanfreinés en X
Drain, to — égoutter, vider
Drive rolls — galets d'entraînement
Duty cycle — facteur, régime de marche, d'utilisation, de service

— E —

Edge preparation — préparation des bords
Edge weld — soudure sur tranche
Electric driven power source, welder — groupe rotatif
Electric solenoid valve kit — ensemble d'électrovanne
Electric shock — commotion
Electrical stickout — longueur terminale
Electrode — électrode (qu'il s'agisse de baguette ou de fil fourré ou plein)
Electrode coating — enrobage de l'électrode
Electrode holder — porte-électrode
Electrode reel, spool — rouleau, bobine de fil (électrode)
Electrode stub — mégot d'électrode
Elongation — allongement
Engine driven welder, power source — groupe électrogène de soudage
Eye flash — coup d'arc
Expansion coefficient — coefficient de dilatation

— F —

FCAW (Flux Cored Arc Welding) — soudage à l'arc avec fil fourré sous protection gazeuse ou à auto-protection
Face of a weld — endroit de la soudure
Face shield (hand held) — masque à main
Feather — halo
Feeder gun — pistolet dévidoir
Field weld — soudure sur le chantier
Filings — limaille
Fillet (weld) gauge — jauge de soudure en angle
Fillet weld symbol — symbole de soudure d'angle
Filter plate/lens — verre filtrant et plaquette protectrice claire
Flame descaling — décapage au chalumeau
Flame hardening — trempe, trempage au chalumeau
Flanged joint — joint bridé
Flashback — rentrée de flamme
Flat (position) welding — soudage à plat
Flat weld — soudure à plat
Flowmeter — débitmètre
Flush weld — soudure rase
Flux — flux
Flux Cored Arc Welding (FCAW) — voir FCAW
Flux Cored (Welding) Wire — fil (-électrode) fourré
Freehand cutting — découpage à main levée
Freezing, electrode — collage de l'électrode
Friction lighter — allumoir
Fumes — fumée
Fuse, to — fusionner

— G —

GMAW (Gas Metal Arc Welding) — soudage à l'arc avec fil plein sous protection gazeuse
GTAW (Gas Tungsten Arc Welding; autrefois: TIG: Tungsten Inert Gas Welding) — soudage à l'arc avec électrode non fusible sous atmosphère protectrice
Gamma ray test — grammagraphie
Gas flow — débit de gaz
Gas mixer — mélangeur
Gas saver — économiseur (de gaz)
Gas welding — soudage au gaz, au chalumeau
Gauge — jauge (ex: tôle de jauge 18)

(Suite page 42)

Gauge, pressure — manomètre, jauge de pression
Gooseneck gun — torche en col de cygne
Gouge, to — gouger
Granular flux — flux granuleux
Groove — rainure
Ground cable — prise de terre, câble de mise à la terre, prise de masse
Ground clamp — prise de masse, de terre
Ground cleaned — nettoyé par meulage
Guard — garde
Guide 1. Center - 2. Inlet, Input - 3. Outlet, Output — guide-fil 1. - du centre 2. - d'entrée 3. - de sortie

— H —

Hand shield — masque à main
Handle, (gun) — crosse (d'un pistolet de soudage)
Hard soldering — brasage dur
Hard surfacing — surfaçage
Hardfacing — surfaçage
Hardness — dureté (échelles: Brinell, Vickers, Rockwell B ou C, Shore)
Head shield — casque de soudage
Headband — bande, serre-tête
Heat conduction — conductibilité thermique
Heat treating — traitement thermique
Heating — la chauffe, chauffage
Heavy metal plate — plaque
High frequency power source, welder — poste de soudage à haute fréquence
Hissing sound — sifflement
Holder, (electrode) — porte-électrode
Horizontal butt joint — joint bord à bord, bout à bout en corniche, à l'horizontale
Horizontal fillet weld — soudage en angle à l'horizontale
Horizontal leg (on a fillet weld) — côté horizontal (se réfère au dépôt de soudure)
Hose — tuyau (flexible)
Hot spark — étincelle

— I —

Inert gas — gaz inerte
Injector nozzle — injecteur
Injector torch — chalumeau à basse pression
Inlet guide — guide-fil d'entrée
Input guide — guide-fil d'entrée
Internal strain — tension interne
Internally threaded — à intérieur fileté
Iron powder electrode — électrode à poudre de fer

— J —

Joint — joint

— K —

Kerf — saignée

— L —

Lagging (welding) position — soudage avec décalage arrière
Lap joint — joint à recouvrement, à clin
Layer, base, first — sous-couche, passe, première passe
Leading (welding) position — soudage avec décalage avant
Leading edge of puddle — l'avant du bain de fusion
Leg length (on a fillet weld) — longueur du côté
Leg (of a weld) — côté (d'une soudure)
Light-gauge metal — tôles minces
Line of cut — ligne de coupe
Line voltage compensation — compensation du voltage primaire, de la tension primaire
Liquid cylinder — bouteille de gaz liquide
Load voltage — tension en charge
Low hydrogen coated electrode — électrode enrobée à faible teneur en hydrogène

— M —

Machine output — intensité secondaire
Machineable — usinable
Magnetic test — contrôle magnétique
Manifold — collecteur, nourrice
Manifold system — centrale automatique, batterie de bouteilles
Manual welding — soudage manuel
Melting, melted — fondant, fondu
Metal arc welding — soudage à l'arc
Metallic arc welding — soudage à l'arc avec électrode
Mill scale — scories
Mixer, mixing chamber, head, point — chambre de mélange
Molten filler metal — métal d'apport fondu
Multilayer — couches successives, passes multiples, en plusieurs passes
Multiple-pass downhands fillet weld — soudure d'angle à plat à passes multiples

— N —

Needle valve assembly — robinet à pointeau (d'un chalumeau)
Negative polarity — polarité négative
Neutral flame — flamme normale
Nonconsumable electrode — électrode non fusible, non consommable
Nonfusion metal joining — assemblage de métaux sans fusion
Nuclear application electrode — électrode pour application nucléaire

— O —

"O" ring — joint torique
On-off switch — interrupteur (de marche-arrêt)
Open arc welding — soudage à l'arc visible
Open circuit voltage — tension à vide
Out of position welding — soudage vertical, en corniche ou au plafond
Outer cone — panache (de la flamme)
Outlet guide — guide-fil de sortie
Output guide — guide-fil de sortie
Overhead arc welding — soudage à l'arc au plafond
Overhead butt joint welding — soudage bout à bout, bord à bord au plafond
Overwelding — voir buildup (excessive), également surcroît de soudage
Oxidized weld — soudure oxydée
Oxyacetylene cutting torch — chalumeau coupeur oxyacétylénique
Oxyacetylene flame — flamme oxyacétylénique
Oxyacetylene outfit, equipment — ensemble oxyacétylénique
Oxyacetylene welding torch — chalumeau soudeur oxyacétylénique
Oxygen jet — jet d'oxygène
Oxygen lancing — lançage à l'oxygène
Oxyhydrogen welding — soudage oxhydrique

— P —

Padding — rechargement
Paramagnetic properties — propriétés paramagnétiques
Parent metal — métal de base, métal à souder
Paste flux — flux en pâte
Penetration — pénétration
Plasma cutting, welding — coupage, soudage au plasma
Plating — plaqué, plaquage
Poor fusion — manque de fusion
Porosity — porosité, soufflure
Porous weld — soudure poreuse
Portable spot welder — poste portatif de soudage par points
Positive polarity — polarité positive
Positive terminal — borne positive
Powder lance (oxyacetylene) cutting — oxycoupage à la poudre, lance à la poudre
Powdered flux — flux en poudre
Power source — poste de soudage
Power supply — énergie, courant d'alimentation, alimentation en électricité
Preheat — préchauffe, préchauffage
Preheat flame — flamme de préchauffe
Pressure reduction — réduction de la pression
Primary power — énergie électrique du réseau
Projection welding — soudage par bossages
Protective clothing — vêtement protecteur, de sécurité
Protective coating — revêtement protecteur, couche protectrice
Puddle — bain de fusion
Pull gun — pistolet à fil tiré
Pulsed arc welding — soudage à l'arc pulsé
Purge — purger
Push gun — pistolet à fil poussé
Push-pull gun — pistolet à fil poussé et (à fil) tiré

— R —

Rated output — intensité secondaire nominale
Reactor, saturable — bobine d'induction saturable
Rebuilding — rechargement
Rectifier — redresseur de courant
Red heat — porter au rouge, chauffer à blanc
Regulator — détendeur
Regulator chamber — chambre de détente
Regulator connection — raccord du détendeur
Remote control — contrôle à distance
Reverse (polarity) — polarité inversée
Right hand threads — filetage à droite
Ring groove — rainure circulaire
Ripples of a cut — stries
Root crack — fissure à la racine, à la base de la soudure
Root (of a weld) — racine de la soudure
Root pass — passe de fond
Rough cut — coupe irrégulière
Running gear — ensemble transporteur

— S —

SAW (Submerged Arc Welding) — soudage à l'arc submergé (sous flux granuleux)
SMAW (Shielded Metal Arc Welding) — Soudage à l'arc avec électrode enrobée
Safety (device, goggles, plugs, rules, etc.) — (dispositif, lunettes, bouchon, conseils, etc.) de sécurité, protecteur
Saturable reactor — bobine d'induction saturable
Scale — calamine
Scaled surface — surface oxydée, calaminée
Scratch method — amorçage (de l'arc) par frottement
Seam — couture, joint longitudinal
Seam welding — soudage à la molette
Self contained feeding gun — pistolet dévidoir à bobine intégrée
Semi-automatic welding — soudage semi-automatique
Shallow puddle — bain de fusion peu profond
Sheet steel — feuille, feuillard d'acier
Shield — écran
Shielded arc welding — soudage à l'arc sous protection, sous atmosphère protectrice
Shielding gas, atmosphere — gaz de protection; atmosphère protectrice gazeuse
Short arc — arc court
Short circuiting welding (syn: electric arc welding with a short circuit transfer) — soudage à l'arc par transfert court-circuité
Shrink fit — calage à, par retrait; emmanchement par contraction
Silver brazing — brasage à l'argent
Single vee butt joint — joint bout à bout, bord à bord, chanfreiné en V
Slag — laitier
Slag entrapment — emprisonnement de laitier
Smooth weld — soudure lisse
Soft arc — arc doux
Soft metal — métal mou
Soldering — étamage
Solid state welder, power source — poste de soudage transistorisé
Solid wire — fil (électrode) plein
Sound test — contrôle par le son
Sound weld — soudure saine
Spark — étincelle
Spark test — essai par étincelage
Spatter — projection
Spray arc (syn: electric arc welding with a spray arc transfer) — soudage à l'arc avec transfert en pluie
Speed of travel — vitesse d'avance, de progression, d'avancement, de déplacement
Speed range — gamme de vitesses (de soudage, de dévidage, etc.)
Spot welds — points de soudure
Square edge weld — soudure bout à bout
Stack cutting — coupage de tôles empilées
Staggered welding — soudage exécuté alternativement
Steel cylinder — bouteille en acier, d'acier
Stethoscope test — contrôle au stéthoscope
Stick, to — coller, collage (de l'électrode sur le métal de base)
Stickout — longueur terminale
Straight (polarity) — polarité normale
Stress relieved — traitement thermique (de détente)
Stringy weld — cordon (de soudure) irrégulier
Stub, electrode — mégot d'électrode
Submerged arc welding — voir SAW
Surface finishing — finition de surface
Surfacing — surfaçage
Sweat band — bande, tissu absorbant la transpiration

— T —

Tack weld — point de soudure
Tapping — amorçage (de l'arc) par heurt, par tapotement
Tee assembly — assemblage en T
Tee joint — joint en T
Tellurium copper cutting tip — tête de coupe en alliage de tellure et de cuivre
Temperature indicator — crayon indicateur de température, thermomètre-crayon
Tensile strength — charge de rupture
Terminal distance — longueur terminale
Test pit — fosse d'essai
Throat (of a weld) — gorge (d'une soudure)
Throat (of a clamp) — écartement, ouverture (d'un serre-joint)
Tilted welding — soudure en pente
Tinning — étamage, mouillage (des bords)
Tip — buse, tête
Tip cleaner — cure-buse, cure-tête, aiguille de nettoyage
Tip hole, orifice — orifice de la tête (de coupe)
Tip size — calibre, taille, grosseur de la buse
Toe (of a weld) — point de mouillage
Toe crack — fissure à la ligne de mouillage
Torch body, handle, head inlet — corps, manche, tête, entrée de chalumeau
Trapped slag — laitier emprisonné
Trigger — gachette (du pistolet de soudage)
Tungsten electrode — électrode de tungstène
Two stage regulator — détendeur à double détente

— U —

Underbead — sous-couche
Underbead cracking — fissure en sous couche, interne, cachée
Underside — endos
Unstable arc — arc instable

— V —

Valve cracking — purge d'un robinet, soupape, valve, vanne
Valve protecting cap — chapeau protecteur du robinet
Valve seat — siège de soupape
Valve stem — tige de valve
Veed joint — bord, joint chanfreiné en V
Vertical arc welding — soudage à l'arc (en position) vertical
Vertical bead — cordon vertical
Vertical butt joint — joint bord à bord vertical
Vertical down welding — soudure verticale en descendant
Vertical leg — côté vertical
Vertical up welding — soudure verticale en montant
Vertical weaving (welding) — soudage vertical avec mouvement oscillatoire, alternatif, latéral, pendulaire
Visual inspection — examen visuel
Voltage — voltage, tension

— W —

Water cooled torch — torche refroidie à l'eau
Weaving — mouvement oscillatoire, alternatif, latéral, pendulaire
Weld area — zone de soudage
(Weld) bead — cordon de soudure (dépôt dans le cas d'une soudure en angle), chenille (dépôt sur une surface plane)
Weld deposit — dépôt de soudure
Weld metal — métal d'apport
Weld pool — bain de fusion
Weld spatter — projection
Weld layer — couche (de soudure), passe
Weld metal — métal déposé
Weld symbol — symbole de soudage
Welder (utilisé à tort pour poste de soudage) — soudeur
Welding amperage — intensité secondaire
Welding, atomic-hydrogen — soudage à l'hydrogène atomique
Welding, backstep — soudage à pas de pélerin
Welding bench, booth, cable, circuit, current, defect, direction — établi, cabine, câble, circuit, courant, défaut, direction ou sens de soudage
Welding, butt — soudage bout à bout, bord à bord
Welding, carbon arc — soudage à l'arc avec électrode de carbone
Welding down — soudage en descendant
Welding fixture — montage pour soudage
Welding, flame — soudage au gaz, au chalumeau
Welding flash — coup d'arc
Welding gun — pistolet de soudage (lorsque la lance est droite), torche de soudage (lorsque la lance est en col de cygne), pistolet autonome (lorsque la bobine est intégrée au pistolet)
Welding, metallic arc — soudage à l'arc avec électrode
Welding, oxyhydrogen — soudage oxhydrique
Welding processes — procédés de soudage
Welding, projection — soudage par bossages
Welding, rebuilding — rechargement
Welding rod diameter — diamètre, calibre d'une baguette (de soudage)
Welding, shielded arc — soudage à l'arc avec protection, sous atmosphère protectrice
Welding, staggered — soudage exécuté alternativement
Welding station, temperature — endroit, température de soudage
Welding tip cleaner — cure-buse
Welding torch tip — buse de chalumeau
Welding up — soudage en montant
Weldment — assemblage, ensemble, construction soudé(e)
Wetting — mouillage
Wire — tige (métallique), fil (-électrode)
Wire brush — brosse bétallique
Wire feed, feeder — dévidage, dévidoir
Wire feed mechanism — mécanisme dévideur
Wire (feed) speed — vitesse de dévidage
Wire reel, spool — bobine de fil (-électrode)
Working area — chantier
Working pressure — pression de service
Workpiece — pièce
Wrinkle bending — cintrage à chaud

— Y —

Yield point, strength — limite élastique, d'élasticité

Reproduit de **Le Québec Industriel** — Juillet, 1976

UNITÉS UTILISÉES EN SOUDAGE

CHARGE DE RUPTURE	-	mégapascal	-	MP2
LIMITE ÉLASTIQUE	-	mégapascal	-	MPa
ALLONGEMENT EN 50 mm	-	pourcentage	-	%
STRICTION	-	pourcentage	-	%
RÉSILIENCE (CHARPY V) joule à °C				
TAUX DE DÉPOSITION	-	kilogramme/heure	-	kg/h
TAUX D'EFFICACITÉ	-	pourcentage	-	%
DÉBIT DE GAZ	-	litre/minute	-	L/min
DÉBIT DE FIL	-	millimètre/minute	-	mm/min
VITESSE D'AVANCE	-	millimètre/minute	-	mm/min
ÉNERGIE THERMIQUE	-	joule/millimètre	-	J/mm
LONGUEUR TERMINALE	-	millimètre	-	mm
DIAMÊTRE DE LA BUSE	-	millimètre	-	mm
LONGUEUR DES BOYAUX ET DES FAISCEAUX DE CÂBLE	-	mètre	-	m
ANGLE DE LA TORCHE	-	degré	-	°